

Moléculas provenientes de alimentos con posibilidad de uso en el desarrollo de alimentos funcionales y nutraceuticos para el adulto mayor: una revisión narrativa

Molecules from foods with the possibility of use in the development of functional foods and nutraceuticals for the elderly: a narrative review

Yair Adonai Sánchez-Nuño¹; Angélica Villarruel-López^{2*}

¹Departamento de Bienestar y Desarrollo Sustentable, Centro Universitario del Norte, Universidad de Guadalajara, Colotlán 46200, México

²Departamento de Farmacobiología, Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Universidad de Guadalajara, Guadalajara 44430, México. *Correo-e: angelica.vlopez@academicos.udg.mx

Recibido: 28/enero/2025 Aceptado: 29/marzo/2025 // <https://doi.org/10.32870/rayca.v0i0.107>

ID 1er. Autor: Yair Adonai Sánchez-Nuño / **ORCID:** 0000-0003-3609-5243

ID 1er. Coautor: Angélica Villarruel-López / **ORCID:** 0000-0003-3458-1221

Resumen

En este texto se revisan diversas moléculas de origen natural, alimentos y probióticos con potencial uso en la prevención y el tratamiento de distintas enfermedades que afectan en mayor parte a los adultos mayores. Los adultos mayores son un grupo etario vulnerable que cada año representa un mayor porcentaje de la población mexicana y mundial, para el cual existen pocos alimentos funcionales y nutraceuticos. Se han investigado una gran cantidad de moléculas provenientes de alimentos con capacidad de uso en la formulación de alimentos y nutraceuticos, las cuales incluyen compuestos fenólicos, compuestos terpénicos, metabolitos primarios de plantas de naturaleza glucídica, lipídica, aminoacídica y purínica, prebióticos y probióticos, así como matrices alimentarias complejas. Patologías como las dislipidemias, la hipertensión arterial, la obesidad, la resistencia a la insulina, la diabetes mellitus tipo 2, el cáncer y las cardiopatías constituyen las mayores causas de muerte en el mundo, siendo en gran parte prevenibles a través de la alimentación, el ejercicio físico y un estilo de vida saludable. El objetivo de este trabajo fue concientizar al lector de la importancia y el potencial del desarrollo de alimentos funcionales y nutraceuticos con la información ya existente en la literatura científica, su uso y prescripción.

Palabras clave: alimento funcional, nutraceutico, adulto mayor, antioxidante, fitoquímico.

Abstract

This review examines various naturally derived molecules, foods, and probiotics with potential applications in the prevention and treatment of diseases that predominantly affect elderly adults. Elderly adults constitute a vulnerable age group that, each year, represents an increasing proportion of Mexican and global population, and there are limited functional and nutraceuticals foods available. A vast number of bioactive molecules derived from foods have been investigated for their potential use in the formulation of functional foods and nutraceuticals. These include phenolic compounds, terpenic compounds, primary plant metabolites of carbohydrate, lipid, amino acid, and purine nature, as well as prebiotics, probiotics, and complex food matrices. Pathologies such as obesity, hypertension, dyslipidemia, insulin resistance, type 2 diabetes mellitus, cancer, and cardiovascular diseases are among the leading causes of mortality worldwide. However, these conditions are largely preventable through diet, physical activity, and a healthy lifestyle. The objective of this study is to raise awareness among readers about the importance and potential of developing functional foods and nutraceuticals based on existing scientific literature, their applications, and their appropriate use and prescription.

Keywords: functional food, nutraceutical, elderly, antioxidant, phytochemical.

Introducción

Los alimentos funcionales son aquellos que contienen, de forma natural o añadida, componentes bioactivos como fitoquímicos (por ejemplo, compuestos fenólicos), prebióticos (como la fibra) o probióticos (como los lactobacilos), que ofrecen beneficios para la salud de los consumidores, más allá de sus propiedades nutricionales (Ramírez-Osorio et al., 2022). Aunque no hay una definición universalmente aceptada, los alimentos sólo se consideran funcionales si, además de su valor nutricional básico, ofrecen beneficios específicos para funciones fisiológicas en el cuerpo humano, mejorando la condición física y/o reduciendo el riesgo de enfermedades crónicas no transmisibles (Asgary et al., 2018).

Los alimentos funcionales siempre deben ser comercializados en presentación alimenticia (bebidas, galletas, extruidos, sopas, barritas, bollería, etcétera) y deben conferir efectos benéficos más allá de la nutrición básica brindada por los macronutrientes energéticos (lípidos, hidratos de carbono y proteínas) y micronutrientes (vitaminas y minerales/elementos) (Younas et al., 2020).

Los alimentos funcionales se pueden clasificar en diversas categorías, no obstante, aún no existe una clasificación unificada, al igual que no existe una sola definición para “alimento funcional”, sin embargo, se pueden clasificar según su función, así como el aparato o sistema al cual benefician o aportan: cardiovascular, neurológico, endocrino, inmune, óseo, etc. (Essa et al., 2023).

Asimismo, el Instituto Internacional de Ciencias de la Vida en Europa (ILSI-Europe, por sus siglas en inglés) a través de su declaración y guía del “proceso para la evaluación científica en el soporte de declaraciones saludables en alimentos” (PASSCLAIM, por sus siglas en inglés) han dividido a los alimentos funcionales en ocho

grupos temáticos individuales (ITG, por sus siglas en inglés), según su funcionalidad fisiológica o fisiopatológica de la “A” a la “H” (PASSCLAIM, 2005; *PASSCLAIM – ILSI Europe*, s/f).

Los alimentos funcionales también se pueden clasificar según su procesamiento en no procesados (naturales) y procesados, así como según el tipo y grado de procesamiento que tengan (procesados, ultraprocesados, aspersion, extrusión, liofilización, cocción, extracción, etcétera) y según las modificaciones que se efectúen en los mismos: convencionales (alimentos no modificados que confieren beneficios a la salud como frutas, verduras, leguminosas, lácteos, granos enteros, oleaginosas, entre otros); modificados (fortificados, enriquecidos o mejorados para aumentar la cantidad de algún compuesto bioactivo presente, añadir algún compuesto bioactivo no presente originalmente o aumentar la biodisponibilidad, bioaccesibilidad, biodistribución o absorción de uno o varios compuestos bioactivos en el alimentos, respectivamente; como ejemplo se encuentran zumos de fruta con calcio, panes enriquecidos con folato, bebidas con extractos de plantas, bollería con beta-glucanos, yogures con probióticos y omega 3, entre muchos otros) y sintéticos, donde uno o varios de los ingredientes del alimento han sido sintetizados en el laboratorio, como es el caso de alimentos enriquecidos con fructanos derivados de la inulina de achicoria o agave, donde mediante métodos enzimáticos en el laboratorio se hidrolizan los polímeros de fructosa de la inulina para generar oligómeros de fructosa (fructanos) (Tupas et al., 2020).

También existen alimentos funcionales modificados donde uno o varios de sus componentes han sido eliminados o cambiados, por ejemplo, los azúcares por edulcorantes no calóricos, amilopectina por amilosa, almidones digeribles por almidones resistentes,

grasas y aceites por sustitutos de grasa con menos calorías, colesterol por fitoesteroles y fitoestanoles, entre muchas otras posibilidades (Essa et al., 2023).

Los nutraceuticos son compuestos o productos que promueven la salud y que han sido aislados o purificados de los alimentos, proporcionando un efecto positivo contra algunas enfermedades crónicas que se venden en una presentación farmacéutica de administración oral (pastillas, tabletas, píldoras, cápsulas, polvos) (Grochowicz et al., 2021).

Según la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo Nueva Edición del segundo trimestre de 2022 (ENOE) (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], s/f a), se estimó que había 17 958 707 personas de 60 años o más (adultos mayores). Esta cifra equivale al 14% de la población total del país (INEGI, s/f b; INEGI, 2022; INEGI, 2023).

Los adultos mayores presentan una alta incidencia y prevalencia de una gran cantidad de patologías tanto crónico-degenerativas como transmisibles, entre las que destacan enfermedades neoplásicas, neurodegenerativas, mayor susceptibilidad a enfermedades infectocontagiosas, diabetes mellitus tipo 2, dislipidemias, aterosclerosis, cardiovasculares, sarcopenia, osteoporosis, entre muchas otras (Song et al., 2023). Debido a esto, se torna imperante el diseño, desarrollo, evaluación biológica y clínica, así como la comercialización de alimentos funcionales y nutraceuticos dirigidos a los adultos mayores.

El objetivo de este trabajo fue concientizar al lector, sea profesional sanitario, estudiante, científico de alimentos, investigador o trabajador de la industria de los alimentos de la importancia y el potencial del desarrollo de alimentos funcionales y nutraceuticos

con la información ya existente en la literatura científica, su uso y prescripción.

Salud ósea y alimentos funcionales

Los adultos mayores tienen un mayor riesgo de desarrollar osteopenia y osteoporosis. Según los Institutos Nacionales de Salud (NIH) de los Estados Unidos, la osteopenia es una condición en la que la masa ósea o densidad mineral ósea (cantidad de mineral en una cierta cantidad de hueso) es más baja de lo normal. La osteopenia es una forma menos grave de pérdida ósea que la osteoporosis y suele preceder a su desarrollo (Ensrud & Crandall, 2024).

La osteoporosis es difícil de tratar y es incurable, solamente puede ralentizarse su progresión mediante el uso de medicamentos como los bifosfonatos, moduladores selectivos de los receptores estrogénicos y calcitriol (metabolito final y más bioactivo de la vitamina D), de los cuales muchos presentan efectos adversos y secundarios, por ende, resulta imprescindible la prevención de la misma mediante buenos hábitos alimenticios (con ingestas adecuadas de colecalciferol, ergocalciferol y calcio), ejercicio físico (estimula la diferenciación de osteocitos en osteoblastos y disminuye el número de osteoclastos), buena cantidad y calidad de sueño para mantener en niveles adecuados el cortisol, la melatonina y la somatotropina, así como un estilo de vida saludable con niveles bajos de estrés psicológico y emocional (Cosman et al., 2024).

Asimismo, el uso de alimentos funcionales que puedan reducir la resorción ósea o aumentar el proceso y la velocidad formativa de los huesos pueden desempeñar un rol muy importante en la prevención de la aparición de osteopenia y osteoporosis, así como de su progresión (Arnold et al., 2021).

Existen diversos alimentos, ingredientes y compuestos bioactivos provenientes de alimentos que pueden utilizarse para la produc-

ción de alimentos funcionales y nutracéuticos debido a sus propiedades sobre el sistema óseo y sistemas relacionados al proceso de osteogénesis, entre estos se encuentran aquellos de origen mineral como el calcio, magnesio, potasio, boro y cobre, los cuales son minerales necesarios para la síntesis de hidroxiapatita (constituido por cristales de fosfato cálcico en una matriz proteica) y hueso (Palacios, 2006).

Los productos lácteos como la leche, los quesos y el yogur también desempeñan un rol muy importante en la formación del hueso debido a su alto contenido de calcio, relación calcio-fósforo, péptidos bioactivos con capacidad osteogénica y caseína (proteína mayoritaria de la leche) (Pereira, 2014).

Diversas hierbas, infusiones, té y especias también han demostrado tener beneficios en la osteoporosis debido a la presencia de fitoquímicos en las mismas, entre ellas se encuentran la alfalfa (*Medicago sativa*), trébol rojo (*Trifolium pratense*), cola de caballo (*Equisetum arvense*), frutas cítricas (género *Citrus*), cebolla (*Allium cepa*), té verde (*Camellia sinensis*), hierba epimedii (*Sagittate epimedium*), bayas silvestres (géneros *Vaccinium*, *Fragaria* y *Rubus*), ciruelas (diversas subespecies y variedades de *Prunus domestica*), resveratrol y cohosh negra (*Cimicifuga racemosa*) (Rajput et al., 2018).

Diabetes mellitus tipo 2 y alimentos funcionales

La diabetes tipo 2 (DMT2), es una forma de diabetes mellitus caracterizada por niveles elevados de glucosa sérica, una resistencia a la insulina y disminución de la producción y secreción de insulina (Cloete, 2022). Los síntomas frecuentes incluyen un incremento de la sed (polidipsia), aumento de las micciones (poliuria), aumento del apetito y la ingesta de alimentos consecuente (polifagia), fatiga y pérdida de peso inexplicable, sin

embargo, estos síntomas suelen ser más comunes en la diabetes de tipo 1 (DMT1) (American Diabetes Association Professional Practice Committee [ADAPPC], 2024).

Los síntomas también pueden incluir sensación de hormigueo (formicación, disestesias y parestesias) y llagas (heridas) que no cicatrizan; a menudo, los síntomas aparecen lentamente (Bielka et al., 2024). Las complicaciones a largo plazo del alto nivel de glucosa sérica incluyen enfermedad cardíaca, accidente cerebrovascular (ictus isquémico y hemorrágico), la retinopatía diabética que puede causar ceguera, la nefropatía diabética que puede llevar a insuficiencia renal y el flujo sanguíneo deficiente en las extremidades que puede resultar en amputaciones, todos como parte de una serie de afecciones micro y macrovasculares (ADAPPC, 2024).

Puede producirse la aparición repentina de un estado hiperglucémico hiperosmolar; sin embargo, la cetoacidosis es poco común (Cloete, 2022). Factores genéticos (hereditarios), medioambientales y conductuales (estilo de vida) intervienen en el desarrollo de la DMT2, entre los que se encuentran una alimentación inadecuada, la falta de ejercicio físico, cambios en el ritmo circadiano sueño-vigilia (dormir poco o sueño no reparador) y el estrés psicológico y emocional, entre otros (Ceriello & Prattichizzo, 2021).

La diabetes se ha convertido en un problema de salud pública global. La Organización Mundial de la Salud considera esencial educar a la población sobre la importancia de una vida más saludable, que incluya una mejor alimentación y ejercicio. De lo contrario, se estima que para 2025 podría haber alrededor de 380 millones de personas con diabetes en todo el mundo (Lovic et al., 2020).

En México, la diabetes tipo 2 afecta al 14,1% de la población mayor de 20 años, y su incidencia sigue aumentando debido a

cambios en los hábitos, como un estilo de vida más sedentario y un mayor consumo de alimentos menos nutritivos y con más calorías, lo que contribuye al aumento de personas con sobrepeso y obesidad. Además, la edad incrementa las probabilidades de desarrollar esta enfermedad (Gobierno de México, 2021). El 10% de las personas con diabetes pueden sufrir serias limitaciones visuales y el 2% puede llegar a la ceguera total. Asimismo, se ha observado que esta enfermedad es la principal causa de insuficiencia renal terminal, así como de complicaciones como la cetoacidosis diabética (lo que causa acidosis metabólica), la cual es más común en DMT1 (Morales-Franco et al., 2021).

Existen diversos compuestos bioactivos provenientes de alimentos que pueden utilizarse para la formulación y desarrollo de nutraceuticos y alimentos funcionales empleados en la prevención y la terapéutica de la DMT2, entre ellos se pueden mencionar compuestos encontrados en la dieta mediterránea, la cual goza de amplia evidencia científica y clínica en el manejo de la DMT2 (Martín-Peláez et al., 2020), los cuales son: ácidos grasos monoinsaturados como el omega 9 (ácido oleico) presente en el aceite de oliva (*Olea europaea* L.), compuestos fenólicos como el resveratrol (una clase de estilbeno) de las uvas y el vino tinto, el 5-hidroxitirosol (un alcohol fenólico), la apigenina (un flavonoide), el pinosresinol (un lignano), el ácido oleuropeínico y oleuropeína (secoiridoides) y el oleocantal (secoiridoides), ácido oleanólico y escualeno, siendo todos ellos provenientes del aceite de oliva extra virgen extraído en frío (Romani et al., 2019).

Estos compuestos han demostrado mejorar la actividad vascular endotelial y el perfil lipídico (triacilglicérols, colesterol total y lipoproteínas de baja y alta densidad), así como aumentar los mecanismos antioxidan-

tes y antiinflamatorios debido de manera directa a su capacidad para ceder protones y electrones por sus grupos hidroxilo (OH) libres (Gorzynik-Debicka et al., 2018), y de manera indirecta a través de la quelación de metales en transición (los cuales son prooxidantes) y la inducción de la expresión de genes que codifican para enzimas antioxidantes como la superóxido dismutasa, glutatión peroxidasa y catalasa mediante la vía Nrf2 (factor 2 relacionado con el factor nuclear eritroide 2) que culmina con la expresión de ARE (elemento de respuesta antioxidante, por sus siglas en inglés) (Hidalgo-Lozada et al., 2024).

Asimismo, los terpenoides, esteroides y la fibra dietética soluble e insoluble juegan un rol primordial en el tratamiento y prevención de la DMT2 y sus comorbilidades y consecuencias clínicas (Ditano-Vázquez et al., 2019).

Existen compuestos herbolarios que han demostrado en variedad de ensayos clínicos mejorar la expresión clínica de la DMT2 (en signos, síntomas y biomarcadores), entre ellos se encuentran las catequinas, alcaloides, derivados de cafeoil, polifenoles y cafeína (y otras metilxantinas como la teofilina y la mateína) en los tés verde y negro (*Camellia sinensis*), la yerba mate (*Ilex paraguariensis*) y el café (*Coffea arabica*) (Xu et al., 2018), los cuales han mostrado aumentar el gasto energético a través de un incremento del metabolismo basal mediado por la activación del tejido adiposo marrón por la UCP1 (proteína desacoplante tipo 1, por sus siglas en inglés) y la activación del sistema nervioso simpático que culmina con la liberación de catecolaminas (dopamina, noradrenalina y adrenalina), lo cual incrementa la frecuencia cardíaca, respiratoria y el consumo de oxígeno diatómico (O₂); disminuir la inflamación mediante la expresión de citocinas antiinflamatorias por parte de los linfocitos y macró-

fagos (células presentadoras de antígenos) como IL-4, IL-10, IL-13 (interleucinas) y TGF- β (factor de crecimiento transformante beta, por sus siglas en inglés), así como por la disminución en la síntesis de prostaglandinas, tromboxanos y leucotrienos proinflamatorios y resistina, favoreciendo la síntesis de resolvinas y prostaglandinas antiinflamatorias; disminución del estrés oxidativo y mejora del perfil lipídico (Alkhatib et al., 2017).

Cáncer y alimentos funcionales

El cáncer es un grupo de enfermedades que implican un crecimiento anormal (displasia, metaplasia y neoplasia) de células con el potencial de invadir o propagarse (metástasis) a otras partes del cuerpo (Siegel et al., 2024). Existen más de 100 tipos de cáncer que afectan al ser humano. El cáncer es la segunda causa principal de muerte a nivel mundial. Sin embargo, las tasas de supervivencia están mejorando para muchos tipos de cáncer, gracias a los avances en los exámenes de detección, los tratamientos y la prevención (Van Loon et al., 2022).

Los signos y síntomas abarcan una gran cantidad de manifestaciones clínicas y subclínicas que incluyen, pero no se limitan a fatiga, bultos o áreas de engrosamiento bajo la piel, cambios de peso no intencionales, alteraciones en la piel como pigmentación amarillenta, oscurecimiento o enrojecimiento, llagas que no sanan o cambios en los lunares existentes, cambios en los hábitos de evacuación de la vejiga o los intestinos, tos persistente o dificultad para respirar, dificultad para tragar, ronquera, indigestión persistente o malestar después de comer, dolor muscular o articular persistente sin causa aparente, fiebre o sudoraciones nocturnas persistentes sin una causa aparente, sangrado o hematomas sin causa aparente, entre muchos otros (Koo et al., 2020).

Los signos y síntomas también variarán según el tipo de cáncer y la evolución de este, así como de las particularidades de cada individuo. Según datos gubernamentales, en México, cada año se diagnostican más de 195 500 nuevos casos de cáncer, de los cuales casi el 60% corresponde a personas mayores de 65 años y un 30% a personas de 75 años, si se considera que los adultos mayores en México representan menos de 15% de la población total, se puede concluir que la incidencia y prevalencia de adultos mayores con cáncer es muy superior a aquella en menores de 60 años. Alrededor del 46% de los pacientes diagnosticados con cáncer fallece por esta causa, siendo la mortalidad aún mayor en adultos mayores (Secretaría de Salud, 2023).

En la actualidad, la mayoría de las moléculas de origen natural que se investigan por su acción anticancerígena incluyen mecanismos proapoptóticos y antioxidantes mediados por la expresión de diversos genes involucrados en la diferenciación, proliferación y crecimiento celulares (Naeem et al., 2022). Existe evidencia científica preclínica (*in vitro* e *in vivo*) y clínica, así como de estudios observacionales (cohortes y casos y controles) en los que una gran cantidad de moléculas provenientes de los alimentos, pueden ser usadas en la formulación de alimentos funcionales y nutraceuticos, que han demostrado efectos anticancerígenos, antimutagénicos y antiproliferativos en un gran abanico de tipos de cáncer (Khan & Uddin, 2021). En el cuadro 1, se presentan algunos compuestos presentes en alimentos con actividad anticancerígena.

También se han informado de actividades anticancerígena, proapoptótica y antiproliferativa en el cáncer colorrectal con el uso de carotenoides (compuestos terpénicos encontrados en muchas frutas, verduras y alimentos de origen marino), β -sitosterol (un fitoesterol que se encuentra en varios frutos

secos, frijoles, semillas, frutas y vegetales), saponinas y genisteína (Farinetti et al., 2017).

Asimismo, en el cáncer de próstata se han evidenciado efectos anticancerígenos y proapoptóticos del ácido gálico (un ácido fenólico de la serie hidroxibenzoica encontrado

en ciertas verduras y frutas especialmente, como las manzanas, peras, cerezas, melocotones, uvas, membrillos, entre otras), psoralidina (un cumestano prenilado encontrado en diversas frutas) y el licopeno (un carotenoide xantofílico presente en frutos como la sandía y el jitomate o *Solanum lycopersicum*) (Moran et al., 2022).

Cuadro 1. Compuestos en alimentos con actividad contra el cáncer

Compuesto	Tipo de compuesto y fuentes dietéticas	Tipo de cáncer y actividad	Referencia
Fucoxantina	Carotenoide encontrado en algas pardas	Cáncer de mama (actividad anticancerígena)	Terasaki et al., 2021
Punicalagina	Compuesto fenólico encontrado en la granada roja (<i>Punica granatum</i>)	Cáncer de mama (actividad anticancerígena)	Berdowska et al., 2021
Curcumina	Pigmento fenólico curcuminoide encontrado en la cúrcuma (<i>Curcuma longa</i>)	Cáncer de mama (actividad proapoptósica)	Yin et al., 2022
Antocianinas	Pigmentos fenólicos flavonoides encontrados en bayas silvestres, maíces pigmentados, tubérculos pigmentados, etcétera	Cáncer de pulmón (actividad antiproliferativa)	Sánchez-Nuño et al., 2024
Triterpenoides	Compuestos terpénicos encontrados en una gran variedad de alimentos	Cáncer de pulmón (actividades anticancerígena y antiproliferativa)	El-Baba et al., 2021
Saponinas	Glucósidos de esteroides y triterpenoides encontrados en leguminosas, cereales, té (<i>Camellia sinensis</i>) y ajo (<i>Allium sativum</i>)	Cáncer de pulmón (actividades anticancerígena y proapoptósica)	Zhou et al., 2023
Genisteína	Fitoestrógeno perteneciente a las isoflavonas encontrado en la soya (<i>Glycine max</i>)	Cáncer de páncreas (actividad anticancerígena)	Bi et al., 2018
Garcinol	Benzofenona poliiisoprenilada encontrada en <i>Garcinia cambogia</i>	Cáncer de páncreas (actividad antiproliferativa)	Saadat et al., 2018
Limonoides	Tetranortriterpenoides encontrados en cítricos	Cáncer de páncreas (actividad antiproliferativa)	Chidambara Murthy et al., 2021
Crocina	Carotenoide encontrado en flores de las especies <i>Crocus</i> y <i>Gardenia</i>	Cáncer de páncreas (actividad proapoptósica)	Subramaniam et al., 2019

Similar a lo antes mencionado, se han estudiado compuestos bioactivos con actividades proapoptósicos, antiproliferativas y antimetastásicas en el cáncer ovárico, entre los que se encuentran la corilagina (un elagitano encontrado en hojas de *P. granatum* y *Alchornea glandulosa*), el ácido gálico y el ácido elágico (un polifenol proveniente de *P. granatum*) (Čižmaríková et al., 2023).

En los cánceres sanguíneos como la leucemia también se han estudiado moléculas con capacidad antiapoptósica y anticancerígena como el galato de epigallocatequina (una catequina de éster de epigallocatequina y ácido gálico encontrado en todos los tés provenientes de *C. sinensis*) y la rosavina (un alcohol de cinamilo glucósido encontrado en la planta *Rhodiola rosea*) (Hayakawa et al., 2020).

Dislipidemias y alimentos funcionales

Una dislipidemia o dislipemia es un trastorno que afecta la cantidad o la calidad de los lípidos y lipoproteínas séricas (Pavía-López et al., 2022). El término se utiliza comúnmente para describir trastornos que incrementan el riesgo de enfermedades cardiovasculares, como la hipercolesterolemia, la hipertrigliceridemia y la disminución del colesterol asociado a lipoproteínas de alta densidad (HDL) (Escamilla-Núñez et al., 2023).

Se estima que, en 2020, la prevalencia de dislipidemia en México fue del 36,7%. El 48,1% de la población informó haberse sometido a alguna prueba de detección, mientras que el 8,6% conocía su diagnóstico. El 28% de la población se identificó con dislipidemia, el 68,9% recibe tratamiento, el 50% es adherente al mismo y solo el 30% logró controlar la dislipidemia (Morales-Villegas et al., 2023).

La dislipidemia incrementa el riesgo de arterias obstruidas (aterosclerosis), infartos, derrames cerebrales (ictus hemorrágico e is-

quémico), trombosis y otras complicaciones del sistema circulatorio, especialmente en fumadores (Pavía-López et al., 2022). En los adultos, la dislipidemia suele estar asociada con la obesidad, una dieta poco saludable y el bajo nivel de actividad física (Morales-Villegas et al., 2023).

La dislipidemia generalmente no presenta síntomas y su tratamiento médico se centra en la terapia nutricional, la realización de ejercicio físico y, en casos más graves, el uso de fármacos hipolipemiantes que incluyen hipocolesterolemiantes e hipotrigliceridemiantes como las estatinas y los bezafibratos, respectivamente (Pavía-López et al., 2022).

Los adultos mayores presentan una mayor prevalencia e incidencia de dislipidemias, asimismo, el pronóstico es menos favorable para este grupo etario (Escamilla-Núñez et al., 2023). Debido a que en ocasiones resulta difícil implementar un régimen dietético o nutricional, así como el aumento de la actividad física debido al costo económico, el tiempo limitado por otras actividades como el cuidado de dependientes y el trabajo, por lo que el diseño y desarrollo de alimentos funcionales y nutracéuticos dirigidos a regular los niveles de lípidos y lipoproteínas séricas resulta una alternativa prudente y viable para las personas, especialmente los adultos mayores con este trastorno (Shatylo et al., 2007).

Se han investigado una gran cantidad de alimentos, ingredientes y derivados de éstos para su uso en la prevención y el tratamiento de las dislipidemias, entre ellos figuran la berberina, la cual ha demostrado disminuir un 15% las LDL (lipoproteínas de baja densidad) con una dosis de 500 a 1 500 mg/día, responsables de transportar el colesterol del hígado a la sangre, aumentando la expresión de los receptores LDL, inhibiendo la absorción entérica del colesterol, aumentando a su

vez la renovación de colesterol y la síntesis de ácidos biliares (Wang et al., 2024).

La berberina puede llegar a presentar leves efectos adversos gastroentéricos (Nie et al., 2024). La bergamota (*Citrus bergamia*) ha demostrado disminuir la generación hepática del colesterol, a través de la inhibición de la hidroximetilglutaril-coenzima A (HMG-CoA) reductasa (un blanco terapéutico frecuente de los medicamentos hipolipemiantes), así como también inhibir la generación de los ésteres de colesterol y reducir la capacidad absorbente entérica del colesterol (Nauman & Johnson, 2019). No se han detectado efectos adversos de la bergamota (Pierdomenico et al., 2023).

También se han investigado los esteroides y estanoles vegetales para el tratamiento de las hipocolesterolemias, mostrando una reducción del 12% en el colesterol LDL al inhibir su absorción entérica y la síntesis de los ésteres de colesterol (Barkas et al., 2023). Los esteroides y estanoles podrían afectar marginalmente la absorción de las vitaminas liposolubles, asimismo no están indicados en personas con sitosterolemia (una enfermedad autosómica recesiva extremadamente rara que genera un aumento excesivo de los niveles de esteroides y estanoles séricos) (Rocha et al., 2023).

La fibra soluble también ha demostrado disminuir el colesterol y las LDL séricos en un rango del 7% al 15%; existen una gran cantidad de tipos de fibras solubles entre las que destacan las pectinas, fibra de avena, glucomanos, *Psyllium*, gomas y agaros (Schoeneck & Iggman, 2021). Las fibras solubles reducen la capacidad absorbente entérica del colesterol y aumentan la Segregación de los ácidos biliares. Sus efectos adversos suelen ser leves y no se presentan en todos los individuos, entre ellos destacan las alteraciones gastrointestinales como la distensión abdominal y flatulencias, así como una posible reducción de la absorbencia

de las vitaminas liposolubles y el calcio por parte del glucomanano (Soliman, 2019).

La levadura roja proveniente del arroz ha mostrado disminuir significativamente el colesterol y las LDL en un rango del 10% al 25%, esto gracias a su contenido en monacolina K (dosis de 3 a 10 mg/día), un compuesto similar a las estatinas, inhibiendo la formación hepática del colesterol mediante la inhibición de la HMG-CoA reductasa (Minamizuka et al., 2021); no obstante, a dosis altas, se pueden presentar efectos secundarios en individuos poco intolerantes a los fármacos estatinas por depleción de la coenzima Q10, algo similar a lo que sucede por el uso prolongado de estatinas (National Center for Complementary and Integrative Health [NCCIH], 2019).

Hipertensión arterial y alimentos funcionales

La hipertensión arterial (HTA) es una enfermedad crónica que se caracteriza por un aumento continuo de los niveles de presión sanguínea arterial sistólica y/o diastólica por encima de los límites sobre los cuales aumenta el riesgo cardiovascular (Tousoulis, 2020).

Según el Gobierno de México (2023), se estima que en México más de 30 millones de personas padecen hipertensión arterial, lo que equivale a una de cada cuatro personas. Además, el 46% de ellas desconoce que tiene esta condición. La hipertensión arterial sistémica (HAS) está definida como el aumento de la presión sistólica ≥ 130 mmHg (milímetros de mercurio) y la presión diastólica ≥ 80 mmHg (Silva et al., 2022).

Su incidencia y prevalencia incrementa dramáticamente con el paso de los años, por lo cual se torna imperativo el desarrollo y la implementación de nuevas estrategias para su prevención y tratamiento, entre las que destacan el diseño, desarrollo y utilización de alimentos funcionales y nutraceuticos

elaborados a partir de alimentos e ingredientes con potenciales terapéuticos (Tousoulis, 2020).

El tratamiento no medicamentoso de la HTA incluye seguir una dieta saludable para el corazón con menos sal (ya que el sodio aumenta la presión arterial), hacer ejercicio regularmente, mantener un peso saludable o perder peso, limitar el consumo de alcohol, no fumar y dormir de 7 a 9 horas diarias. Mientras tanto, las intervenciones medicamentosas incluyen el uso de diversos tipos de diuréticos (tiazídicos, de asa y ahorradores de potasio), los inhibidores de la ECA (enzima convertidora de angiotensina), los antagonistas de receptores de angiotensina II, los bloqueadores de los canales de calcio, entre otros, todos los cuales han demostrado tener efectos secundarios y adversos indeseables (Mancia et al., 2023).

Es por ello que ha surgido la investigación de compuestos funcionales encontrados en alimentos y hierbas, como los lácteos (Feng et al., 2022), la canela (Mohammadabadi & Jain, 2024), la linaza (Kunutsor et al., 2025), el ajo (Sleiman et al., 2024), el betabel (Grönroos et al., 2024) y la albahaca (Alegría-Herrera et al., 2019), con potencial antihipertensivo, entre los que figuran la vitamina D3 (colecalfiferol), la cual en dosis de 400-800 UI (unidades internacionales) por día ha demostrado regular los niveles de colecalfiferol sérico y, en consecuencia, modular la expresión de genes relacionados con la presión arterial (Latic & Erben, 2020); los ácidos grasos poliinsaturados de la serie omega 3, principalmente los ácidos eicosapentaenoico (EPA) y docosahexaenoico (DHA) (Brosolo et al., 2023), en dosis diarias de 3-4 g, han probado mejorar la disfunción endotelial e influir positivamente en la frecuencia cardíaca (FC) en reposo, así como en la variabilidad de la FC, el ritmo cardíaco, la remodelación car-

díaca y las funciones de los canales iónicos cardíacos (Song et al., 2024).

La vitamina E (tocoferoles y tocotrienoles) ha mostrado ejercer la vasodilatación dependiente del endotelio, mejorar la función endotelial y disminuir la presión sistólica con dosis de 200-400 UI/día (Zhang et al., 2023).

Alimentos funcionales y nutracéuticos en la obesidad y la inflamación y estrés oxidativo generado por la hiperadiposidad

Según la Organización Panamericana de la Salud (OPS) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) (OPS/OMS, 2024), la obesidad es una enfermedad crónica compleja caracterizada por una acumulación excesiva de grasa que puede ser perjudicial para la salud. Puede aumentar el riesgo de diabetes tipo 2 y enfermedades cardíacas, afectar la salud ósea y reproductiva, y elevar el riesgo de ciertos tipos de cáncer. Además, la obesidad influye en la calidad de vida, afectando el sueño y la movilidad.

De acuerdo con la misma OMS, el diagnóstico del sobrepeso y la obesidad se realiza midiendo el peso y la estatura de las personas y calculando el índice de masa corporal (IMC): $\text{peso (kg)} / \text{estatura}^2 \text{ (m}^2\text{)}$. Este índice es un indicador indirecto de la grasa corporal, y existen mediciones adicionales, como el perímetro de la cintura, que pueden ayudar a diagnosticar la obesidad. La obesidad se diagnostica con IMC igual o superior a 30 (OMS, 2024)

Datos de la OMS arrojaron que, en 2022, una de cada ocho personas en el mundo tenía obesidad (OMS, 2024). De acuerdo con la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT, 2018), en México del total de adultos de 20 años y más, 39,1% tienen sobrepeso y 36,1% obesidad, dando un total del 75,2%, siendo a mayor edad mayor la prevalencia de obesidad, por lo cual resulta imperativo desarrollar nuevas estrategias

para su prevención y tratamiento, entre las que figuran el desarrollo y utilización de alimentos funcionales y nutracéuticos.

El tratamiento de la obesidad es muy complejo, entre los métodos que se usan se encuentran los dietéticos, ejercicio físico, cambios en el estilo de vida y asistencia psicológica, en caso de no resultar suficientes se emplean medicamentos, mientras que sólo en casos graves se considera la cirugía (Kloock et al., 2023). La acumulación excesiva de grasa en el cuerpo también puede denominarse hiperadiposidad, la cual acarrea cambios inmunológicos, aumentando la inflamación y el estrés oxidativo, lo cual culmina con el desarrollo de un gran número de patologías (Fernández-Sánchez et al., 2011).

Los compuestos bioactivos que han demostrado tener efectos benéficos sobre la obesidad incluyen los lignanos de la avena (*Avena sativa*) a dosis de 30 g por día, los cuales tienen un efecto hipocolesterolemico al disminuir la formación del colesterol endógeno debido a la inhibición de la HMG-CoA reductasa, por efecto de la microbiota colónica y la síntesis del propionil-CoA (Chu et al., 2023). El ácido lipoico cuenta con una alta capacidad antioxidante, a dosis de 600-800 mg/día, que disminuye la glicosilación en los receptores de membrana de las neuronas, alargando así su vida útil y disminuyendo la probabilidad de desarrollar enfermedades neurodegenerativas (Abubaker et al., 2022).

El ácido ascórbico (vitamina C) a dosis de 500-1 000 mg/día ha demostrado poseer una alta capacidad antioxidante que modula el estado redox en el cuerpo, la expresión del citocromo p450 y la expresión de procógeno $\alpha 1$ y $\alpha 2$, así como la inhibición de la colagenasa IV y metaloproteasa-2, por lo cual mejora y aumenta la reparación y regeneración tisulares, disminuyendo el riesgo de procesos fibróticos (Pullar et al., 2017). El α -tocoferol (vitamina E) a dosis de 400-800

mg/día ha demostrado tener una alta capacidad antioxidante al disminuir significativamente la peroxidación lipídica membranar y la generación en el hígado del colesterol mediante la represión de la HMG-CoA reductasa (Miyazawa et al., 2019).

La coenzima Q10 ha probado tener una capacidad antioxidante significativa a dosis de 100-200 mg/día, mediante la intervención en la regeneración de la vitamina E y en la eliminación de radicales peroxilo y alcoxilo, también reduce los niveles de especies reactivas de oxígeno y nitrógeno (Arenas-Jal et al., 2020). La chía (*Salvia hispánica* L.) triturada (25 g/día) y el omega 3 (2-3 g/día), han mostrado efectos lipotrópicos y antiinflamatorios al aumentar la síntesis endógena de prostaglandinas, tromboxanos y leucotrienos de serie antiinflamatoria, en detrimento de aquellos de serie proinflamatoria, así como estimular la oxidación de pacidos grasos para obtener energía a partir de la expresión de PPAR α (Khalid et al., 2023).

Diversos probióticos se han usado en estudios experimentales, incluyendo ensayos clínicos, con la finalidad de coadyuvar en la terapéutica de la obesidad y diversas enfermedades asociadas, entre estos probióticos figuran *Lactiplantibacillus plantarum* en dosis de 5×10^{10} UFC (unidades formadoras de colonias) por día y varias especies del género *Lactobacillus* (2.4×10^9 UFC/día) con efectos inmunomoduladores, reduciendo la adiposidad y el peso corporal por efectos antiinflamatorios generados por recambio de la microbiota intestinal alterada (Cai et al., 2022).

Asimismo, *Lactobacillus gasseri* SBT-2055 ha demostrado reducir la adiposidad y el peso corporal en adultos con obesidad (5×10^{10} UFC/día) (Shirouchi et al., 2016). *Lacticaseibacillus rhamnosus* CGMCC1.3724 generó reducción del peso en masa grasa de adultos con obesidad a una dosis de $1,6 \times 10^8$ UFC/día durante 36 semanas

(Sanchez et al., 2014). La combinación de *Lactobacillus acidophilus* La5 con *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* Bb12 demostró reducir la glucosa en ayunas e incrementar el índice HOMA en adultos con sobrepeso (3×10^9 UFC/día durante 6 semanas) (Rezazadeh et al., 2021). La combinación de *L. acidophilus* La5, *B. lactis* Bb12 y *Lactobacillus casei* DN001 redujo el índice de masa corporal (IMC) y los niveles de leptina en adultos con obesidad (10^8 UFC/día durante 8 semanas) (Zarrati et al., 2013). Mientras tanto, *L. plantarum* redujo el IMC en adultos con obesidad (5×10^{10} UFC/día durante 3 semanas) (Rahayu et al., 2021).

Debido a esto, el uso de probióticos puede resultar una estrategia muy interesante para el desarrollo de alimentos funcionales,

principalmente fermentados, así como la adición de prebióticos para aumentar su eficacia, supervivencia en el producto y el tracto gastrointestinal, así como su viabilidad, no obstante, se debe tener cuidado al momento de procesar el alimento, ya que los probióticos son altamente susceptibles a los cambios de temperatura (termolábiles) y pH, por lo cual se pueden buscar distintas estrategias como el microencapsulado para disminuir las pérdidas logarítmicas de probióticos (Sbehat et al., 2022).

En el cuadro 2, se resumen y describen las moléculas derivadas de alimentos, ingredientes, especias y hierbas con uso potencial para el diseño de alimentos funcionales y nutraceuticos y sus posibles usos en diversas patologías, aparatos y sistemas fisiológicos.

Cuadro 2. Moléculas derivadas de alimentos, ingredientes, especias y hierbas para el diseño de alimentos funcionales y nutraceuticos y sus posibles usos en diversas patologías, aparatos y sistemas fisiológicos

Enfermedad/ aparato/sistema	Moléculas	Alimentos/ingredientes	Referencias
Salud ósea, osteopenia, osteoporosis	Colecalciferol (vitamina D3), calcio, resveratrol, antocianinas	Leche y derivados fermentados (quesos y yogur), alfalfa, trébol rojo, cola de caballo, frutas cítricas, cebolla (blanca y morada), té verde, hierba epimedii, bayas silvestres (fresas, zarzamoras, moras, frambuesas), ciruelas, cohosh negra	Argyrou et al., 2020; Barber et al., 2022; Latic & Erben, 2020; Lee et al., 2017; Sánchez-Nuño et al., 2024
Diabetes mellitus tipo 2, resistencia a la insulina, síndrome metabólico	Ácido oleico, resveratrol, 5-hidroxitirosol, apigenina, pinosresinol, ácido oleuropeínico, oleuropeína, oleocantal, ácido oleanólico, escualeno, esteroides vegetales (fitoesteroides y fitoestanoles), fibras solubles (pectina, gomas y mucílagos), terpenoides (como los carotenoides), cromo, metilxantinas, ácido clorogénico, teofilina, catequinas, berberina	Aceite de oliva (extra virgen y con extracción en frío), uvas, vino tinto, leguminosas (frijoles, lentejas, habas, soya y garbanzos), bayas silvestres, arándanos, té verde, té negro, café, yerba mate	Barber et al., 2022; Barkas et al., 2023; Ditano-Vázquez et al., 2019; Schoeneck & Iggman, 2021; Marangoni et al., 2020; Soliman, 2019

Continúa...

...Continuación

Cuadro 2. Moléculas derivadas de alimentos, ingredientes, especias y hierbas para el diseño de alimentos funcionales y nutraceuticos y sus posibles usos en diversas patologías, aparatos y sistemas fisiológicos

Enfermedad/ aparato/sistema	Moléculas	Alimentos/ingredientes	Referencias
Cáncer, neoplasias	Fucoxantina, punicalagina, ácido elágico, curcumina, organosulfurados, sulforafano, antocianinas, triterpenoides, saponinas, fitoestrógenos (genisteína y daidzeína), garcinol, limonoides, crocina, carotenoides, β -sitosterol, ácido gálico, psoralidina, licopeno, corilagina, rosavina, galato de epigallocatequina	Granada roja, cúrcuma, ajo, té verde, leguminosas, cereales enteros, avena, soya, bayas silvestres, aceite de oliva, crucíferas (brócoli, col, coliflor, repollo), cítricos (limón, lima, naranja, mandarina y toronja), oleaginosas (nueces y almendras), <i>Rhodiola rosea</i>	Bi et al., 2018; Chidambara Murthy et al., 2021; Čižmaríková et al., 2023; Hayakawa et al., 2020; Moran et al., 2022; Subramaniam et al., 2019
Dislipemias	Berberina, fitoesteroles, fitoestanoles, fibra soluble (pectina, mucílago, almidones resistentes, agares, gomas, glucanos y fructanos), glucomananos, monacolina K, omega 3 (ALA, EPA y DHA), aliina, alicina, organosulfurados	Bergamota, avena, <i>Psyllium</i> , levadura roja de arroz, pescados de aguas frías (atún, sardina, bacalao, arenque) y sus aceites, ajo, cebolla	Minamizuka et al., 2021; Nauman & Johnson, 2019; Song et al., 2024
Hipertensión arterial	Colecalciferol (vitamina D3), ácidos grasos poliinsaturados omega 3 (EPA y DHA), tocotrienoles y tocoferoles (vitamina E), L-teanina, epigallocatequina-3-galato	Té verde, lácteos y derivados fermentados (como yogur y quesos), atún, sardinas, bacalao, arenque, caballa, aceite de oliva, aceite de maíz, semillas de calabaza, semillas de girasol, nueces, almendras	Alam, 2019; Brosolo et al., 2023; Latic & Erben, 2020; Song et al., 2024; Zhang et al., 2023
Inflamación y estrés oxidativo	Ácido alfa-lipoico, ácido ascórbico (vitamina C), α -tocoferol (vitamina E), coenzima Q10, ácidos grasos poliinsaturados omega 3 (ALA, EPA y DHA), <i>Lactobacillus</i> , <i>Bifidobacterium</i>	Chía, semilla de linaza, atún, sardinas, bacalao, arenque, caballa, aceite de oliva, nueces, almendras, frutas cítricas, aceite de maíz, aceite de canola	Arenas-Jal et al., 2020; Lee et al., 2017; Miyazawa et al., 2019; Power et al., 2022; Shahcheraghi et al., 2023
Obesidad	<i>Lactiplantibacillus plantarum</i> , <i>Lactobacillus gasseri</i> SBT2055, <i>Lacticaseibacillus rhamnosus</i> CGMCC1.3724, <i>Lactobacillus acidophilus</i> La5, <i>Bifidobacterium animalis</i> subsp. <i>lactis</i> Bb12, <i>Lactobacillus casei</i> DN001	Alimentos fermentados y adicionados con probióticos (yogur, chucrut, tejuino, vino tinto, etcétera)	Cai et al., 2022; Rahayu et al., 2021; Rezazadeh et al., 2021; Shirouchi et al., 2016; Zarrati et al., 2013

Conclusiones

1. Como es posible leer a lo largo de este texto, existen muchas moléculas bioactivas con capacidad de prevenir y/o tratar diversas patologías o trastornos, por lo cual una sola molécula podría acarrear mejoras orgánicas y funcionales en un gran espectro de situaciones fisiopatológicas. El diseño de alimentos funcionales y nutraceuticos es un trabajo arduo que requiere de un equipo multidisciplinario, asimismo requieren encontrar las mejores maneras para procesar el alimento, almacenarlo, transportarlo, así como la utilización de una matriz alimentaria idónea en el caso de los alimentos funcionales, todo esto con la finalidad de conservar viables y funcionales los compuestos bioactivos del alimento funcional.

2. En el caso de los nutraceuticos, es necesario utilizar la presentación farmacéutica más adecuada para la administración del compuesto bioactivo, ya que dependerá de sus características fisicoquímicas y de su interacción con el tracto gastrointestinal, si se usara tableta, polvo, cápsula, gel, etcétera, todo según la susceptibilidad de la molécula a ser degradada por el ácido gástrico, saliva, jugos pancreáticos y biliares, proteasas, amilasas, entre muchos otros factores.

3. El área de desarrollo y evaluación de alimentos funcionales y nutraceuticos es un área en constante crecimiento, bastante prometedora y que puede representar grandes oportunidades para prevenir y tratar las patologías de mayor prevalencia e incidencia en México y el mundo, por lo cual, se requiere un mayor énfasis investigativo, práctico y clínico, así como de transferencia tecnológica en la búsqueda y evaluación de nuevas moléculas y alimentos con capacidad funcional.

Financiamiento

Los autores no recibieron financiamiento de ningún tipo para la realización de este trabajo.

Conflicto de intereses

Los autores se declaran libres de conflicto de interés.

Descargo de responsabilidad

Los distintos usos que se hagan de la información expuesta en este artículo no son responsabilidad de los autores ni de la revista, ya que en diversas ocasiones la información sobre los compuestos bioactivos aquí mostrados es de carácter experimental y/o preclínico (*in vitro* o *in vivo*), debido a que mucha de ella aún requiere la efectuación de ensayos clínicos rigurosos. Es responsabilidad del lector informarse con su médico o algún profesional sanitario competente previo al uso de cualquier molécula o microorganismo aquí expuesto.

Referencias

- Abubaker, S. A., Alonazy, A. M., & Abdulrahman, A. (2022). Effect of Alpha-Lipoic Acid in the Treatment of Diabetic Neuropathy: A Systematic Review. *Cureus*, 14(6), e25750. <https://doi.org/10.7759/cureus.25750>
- Alam, Md. A. (2019). Anti-hypertensive Effect of Cereal Antioxidant Ferulic Acid and Its Mechanism of Action. *Frontiers in Nutrition*, 6. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnut.2019.00121>
- Alegría-Herrera, E., Herrera-Ruiz, M., Román-Ramos, R., Zamilpa, A., Santillán-Urquiza, M. A., Aguilar, M. I., Avilés-Flores, M., Fuentes-Mata, M., & Jiménez-Ferrer, E. (2019). Effect of *Ocimum basilicum*, *Ocimum selloi*, and Rosmarinic Acid on Cerebral Vascular Damage in a Chronic Hypertension Model. *Biological & Pharmaceutical Bulletin*, 42(2), 201–211. <https://doi.org/10.1248/bpb.b18-00574>
- Alkhatib, A., Tsang, C., Tiss, A., Bahorun, T., Arefanian, H., Barake, R., Khadir, A., &

- Tuomilehto, J. (2017). Functional Foods and Lifestyle Approaches for Diabetes Prevention and Management. *Nutrients*, 9(12), 1310. <https://doi.org/10.3390/nu9121310>
- American Diabetes Association Professional Practice Committee. (2024). 2. Diagnosis and Classification of Diabetes: Standards of Care in Diabetes-2024. *Diabetes Care*, 47(Suppl 1), S20–S42. <https://doi.org/10.2337/dc24-S002>
- Arenas-Jal, M., Suñé-Negre, J. M., & García-Montoya, E. (2020). Coenzyme Q10 supplementation: Efficacy, safety, and formulation challenges. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 19(2), 574–594. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12539>
- Argyrou, C., Karlafti, E., Lampropoulou-Adamidou, K., Tournis, S., Makris, K., Trovas, G., Dontas, I., & Triantafyllopoulos, I. K. (2020). Effect of calcium and vitamin D supplementation with and without collagen peptides on bone turnover in postmenopausal women with osteopenia. *Journal of Musculoskeletal & Neuronal Interactions*, 20(1), 12–17. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7104583/>
- Arnold, M., Rajagukguk, Y. V., & Gramza-Michałowska, A. (2021). Functional Food for Elderly High in Antioxidant and Chicken Eggshell Calcium to Reduce the Risk of Osteoporosis-A Narrative Review. *Foods*, 10(3), 656. <https://doi.org/10.3390/foods10030656>
- Asgary, S., Rastqar, A., & Keshvari, M. (2018). Functional Food and Cardiovascular Disease Prevention and Treatment: A Review. *Journal of the American College of Nutrition*, 37(5), 429–455. <https://doi.org/10.1080/07315724.2017.1410867>
- Barber, T. M., Kabisch, S., Randeva, H. S., Pfeiffer, A. F. H., & Weickert, M. O. (2022). Implications of Resveratrol in Obesity and Insulin Resistance: A State-of-the-Art Review. *Nutrients*, 14(14), 2870. <https://doi.org/10.3390/nu14142870>
- Barkas, F., Bathrellou, E., Nomikos, T., Panagiotakos, D., Liberopoulos, E., & Kontogianni, M. D. (2023). Plant Sterols and Plant Stanols in Cholesterol Management and Cardiovascular Prevention. *Nutrients*, 15(13), 2845. <https://doi.org/10.3390/nu15132845>
- Berdowska, I., Matusiewicz, M., & Fecka, I. (2021). Punicalagin in Cancer Prevention-Via Signaling Pathways Targeting. *Nutrients*, 13(8), 2733. <https://doi.org/10.3390/nu13082733>
- Bi, Y.-L., Min, M., Shen, W., & Liu, Y. (2018). Genistein induced anticancer effects on pancreatic cancer cell lines involves mitochondrial apoptosis, G0/G1cell cycle arrest and regulation of STAT3 signalling pathway. *Phytomedicine: International Journal of Phytotherapy and Phytopharmacology*, 39, 10–16. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2017.12.001>
- Bielka, W., Przekaz, A., Molęda, P., Pius-Sadowska, E., & Machaliński, B. (2024). Double diabetes-when type 1 diabetes meets type 2 diabetes: Definition, pathogenesis and recognition. *Cardiovascular Diabetology*, 23(1), 62. <https://doi.org/10.1186/s12933-024-02145-x>
- Brosolo, G., Da Porto, A., Marcante, S., Picci, A., Capilupi, F., Capilupi, P., Bertin, N., Vivarelli, C., Bulfone, L., Vacca, A., Catena, C., & Sechi, L. A. (2023). Omega-3 Fatty Acids in Arterial Hypertension: Is There Any Good News? *International Journal of Molecular Sciences*, 24(11), 9520. <https://doi.org/10.3390/ijms24119520>
- Cai, H., Wen, Z., Zhao, L., Yu, D., Meng, K., & Yang, P. (2022). *Lactobacillus plantarum* FRT4 alleviated obesity by modulating gut microbiota and liver metabolome in high-fat diet-induced obese mice. *Food & Nutrition Research*, 66. <https://doi.org/10.29219/fnr.v66.7974>
- Ceriello, A., & Prattichizzo, F. (2021). Variability of risk factors and diabetes complications. *Cardiovascular Diabetology*, 20(1), 101. <https://doi.org/10.1186/s12933-021-01289-4>
- Chidambara Murthy, K. N., Jayaprakasha, G. K., Safe, S., & Patil, B. S. (2021). Citrus limonoids induce apoptosis and inhibit the proliferation of pancreatic cancer cells. *Food & Function*, 12(3), 1111–1120. <https://doi.org/10.1039/d0fo02740e>
- Chu, Z., Hu, Z., Luo, Y., Zhou, Y., Yang, F., & Luo, F. (2023). Targeting gut-liver axis by dietary lignans ameliorate obesity: Evidences and mechanisms. *Critical Reviews in Food Science*

- and *Nutrition*, 1–22. <https://doi.org/10.1080/10408398.2023.2272269>
- Čižmáriková, M., Michalková, R., Mirossay, L., Mojžišová, G., Zigová, M., Bardelčíková, A., & Mojžiš, J. (2023). Ellagic Acid and Cancer Hallmarks: Insights from Experimental Evidence. *Biomolecules*, 13(11), 1653. <https://doi.org/10.3390/biom13111653>
- Cloete, L. (2022). Diabetes mellitus: An overview of the types, symptoms, complications and management. *Nursing Standard*, 37(1), 61–66. <https://doi.org/10.7748/ns.2021.e11709>
- Cosman, F., Langdahl, B., & Leder, B. Z. (2024). Treatment Sequence for Osteoporosis. *Endocrine Practice: Official Journal of the American College of Endocrinology and the American Association of Clinical Endocrinologists*, 30(5), 490–496. <https://doi.org/10.1016/j.eprac.2024.01.014>
- Ditano-Vázquez, P., Torres-Peña, J. D., Galeano-Valle, F., Pérez-Caballero, A. I., Demelo-Rodríguez, P., Lopez-Miranda, J., Katsiki, N., Delgado-Lista, J., & Alvarez-Sala-Walther, L. A. (2019). The Fluid Aspect of the Mediterranean Diet in the Prevention and Management of Cardiovascular Disease and Diabetes: The Role of Polyphenol Content in Moderate Consumption of Wine and Olive Oil. *Nutrients*, 11(11), 2833. <https://doi.org/10.3390/nu11112833>
- El-Baba, C., Baassiri, A., Kiriako, G., Dia, B., Fadlallah, S., Moodad, S., & Darwiche, N. (2021). Terpenoids' anti-cancer effects: Focus on autophagy. *Apoptosis: An International Journal on Programmed Cell Death*, 26(9–10), 491–511. <https://doi.org/10.1007/s10495-021-01684-y>
- Encuesta Nacional de Salud y Nutrición. (2018). *Informe de Resultados de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición – 2018*. ENSANUT. <https://ensanut.insp.mx/encuestas/ensanut2018/informes.php>
- Ensrud, K. E., & Crandall, C. J. (2024). Osteoporosis. *Annals of Internal Medicine*, 177(1), ITC1–ITC16. <https://doi.org/10.7326/AITC202401160>
- Escamilla-Nuñez, M. C., Castro-Porras, L., Romero-Martínez, M., Zárate-Rojas, E., & Rojas-Martínez, R. (2023). Detección, diagnóstico previo y tratamiento de enfermedades crónicas no transmisibles en adultos mexicanos. *Ensanut 2022 Salud Publica De Mexico*, 65, s153–s162. <https://doi.org/10.21149/14726>
- Essa, M. M., Bishir, M., Bhat, A., Chidambaram, S. B., Al-Balushi, B., Hamdan, H., Govindarajan, N., Freidland, R. P., & Qoronfleh, M. W. (2023). Functional foods and their impact on health. *Journal of Food Science and Technology*, 60(3), 820–834. <https://doi.org/10.1007/s13197-021-05193-3>
- Farinetti, A., Zurlo, V., Manenti, A., Coppi, F., & Mattioli, A. V. (2017). Mediterranean diet and colorectal cancer: A systematic review. *Nutrition*, 43–44, 83–88. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2017.06.008>
- Feng, Y., Zhao, Y., Liu, J., Huang, Z., Yang, X., Qin, P., Chen, C., Luo, X., Li, Y., Wu, Y., Li, X., Huang, H., Hu, F., Hu, D., Liu, Y., & Zhang, M. (2022). Consumption of Dairy Products and the Risk of Overweight or Obesity, Hypertension, and Type 2 Diabetes Mellitus: A Dose-Response Meta-Analysis and Systematic Review of Cohort Studies. *Advances in Nutrition*, 13(6), 2165–2179. <https://doi.org/10.1093/advances/nmac096>
- Fernández-Sánchez, A., Madrigal-Santillán, E., Bautista, M., Esquivel-Soto, J., Morales-González, A., Esquivel-Chirino, C., Durante-Montiel, I., Sánchez-Rivera, G., Valadez-Vega, C., & Morales-González, J. A. (2011). Inflammation, oxidative stress, and obesity. *International Journal of Molecular Sciences*, 12(5), 3117–3132. <https://doi.org/10.3390/ijms12053117>
- Gobierno de México. (31 de marzo de 2023). *En México, más de 30 millones de personas padecen hipertensión arterial: Secretaría de Salud*. Secretaría de Salud-Blog. gob.mx. <http://www.gob.mx/salud/articulos/en-mexico-mas-de-30-millones-de-personas-padecen-hipertension-arterial-secretaria-de-salud>
- Gobierno de México. (5 de octubre de 2021). *Conoce más de la diabetes para proteger y cuidar tu salud*. Diabetes en México. Recuperado el 13 de febrero de 2025, de <http://www.gob.mx/promosalud/acciones-y-programas/diabetes-en-mexico-284509>
- Gorzynik-Debicka, M., Przychodzen, P., Cappello, F., Kuban-Jankowska, A., Marino Gammazza, A.,

- Knap, N., Wozniak, M., & Gorska-Ponikowska, M. (2018). Potential Health Benefits of Olive Oil and Plant Polyphenols. *International Journal of Molecular Sciences*, 19(3), 686. <https://doi.org/10.3390/ijms19030686>
- Grochowicz, J., Fabisiak, A., & Ekielski, A. (2021). Importance of physical and functional properties of foods targeted to seniors. *Journal of Future Foods*, 1(2), 146–155. <https://doi.org/10.1016/j.jfutfo.2022.01.004>
- Grönroos, R., Eggertsen, R., Bernhardsson, S., & Praetorius Björk, M. (2024). Effects of beetroot juice on blood pressure in hypertension according to European Society of Hypertension Guidelines: A systematic review and meta-analysis. *Nutrition, Metabolism, and Cardiovascular Diseases: NMCD*, 34(10), 2240–2256. <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2024.06.009>
- Hayakawa, S., Ohishi, T., Miyoshi, N., Oishi, Y., Nakamura, Y., & Isemura, M. (2020). Anti-Cancer Effects of Green Tea Epigallocatechin-3-Gallate and Coffee Chlorogenic Acid. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 25(19), 4553. <https://doi.org/10.3390/molecules25194553>
- Hidalgo-Lozada, G. M., Villarruel-López, A., Nuño, K., García-García, A., Sánchez-Nuño, Y. A., & Ramos-García, C. O. (2024). Clinically Effective Molecules of Natural Origin for Obesity Prevention or Treatment. *International Journal of Molecular Sciences*, 25(5), Article 5. <https://doi.org/10.3390/ijms25052671>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (30 de septiembre de 2022). *Estadísticas a propósito del Día Internacional de las Personas Adultas Mayores*. Sala de prensa. Recuperado el 18 de marzo de 2025, de <https://inegi.org.mx/app/saladeprensa/noticia/7657>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (18 de abril de 2023). Mexico—*Censo de población y vivienda 2020*. Red Nacional de Metadatos. Recuperado el 15 de noviembre de 2023, de <https://www.inegi.org.mx/rnm/index.php/catalog/632>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (s/f a). *Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE), población de 15 años y más de edad*. Información demográfica y social. Recuperado el 12 de febrero de 2025, de <https://www.inegi.org.mx/programas/enoe/15ymas/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (s/f b). *Población. Demografía y Sociedad*. Recuperado el 13 de febrero de 2025, de <https://www.inegi.org.mx/temas/estructura/#publicaciones>
- Khalid, W., Arshad, M. S., Aziz, A., Rahim, M. A., Qaisrani, T. B., Afzal, F., Ali, A., Ranjha, M. M. A. N., Khalid, M. Z., & Anjum, F. M. (2023). Chia seeds (*Salvia hispanica* L.): A therapeutic weapon in metabolic disorders. *Food Science & Nutrition*, 11(1), 3–16. <https://doi.org/10.1002/fsn3.3035>
- Khan, A. Q., & Uddin, S. (2021). Anticancer Activity of Natural Compounds. *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention: APJCP*, 22(S1), 1–2. <https://doi.org/10.31557/APJCP.2021.22.S1.1>
- Kloock, S., Ziegler, C. G., & Dischinger, U. (2023). Obesity and its comorbidities, current treatment options and future perspectives: Challenging bariatric surgery? *Pharmacology & Therapeutics*, 251, 108549. <https://doi.org/10.1016/j.pharmthera.2023.108549>
- Koo, M. M., Swann, R., McPhail, S., Abel, G. A., Elliss-Brookes, L., Rubin, G. P., & Lyratzopoulos, G. (2020). Presenting symptoms of cancer and stage at diagnosis: Evidence from a cross-sectional, population-based study. *The Lancet. Oncology*, 21(1), 73–79. [https://doi.org/10.1016/S1470-2045\(19\)30595-9](https://doi.org/10.1016/S1470-2045(19)30595-9)
- Kunutsor, S. K., Jassal, D. S., Ravandi, A., & Lehoczki, A. (2025). Dietary flaxseed: Cardiometabolic benefits and its role in promoting healthy aging. *GeroScience*. <https://doi.org/10.1007/s11357-025-01512-0>
- Latic, N., & Erben, R. G. (2020). Vitamin D and Cardiovascular Disease, with Emphasis on Hypertension, Atherosclerosis, and Heart Failure. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(18), 6483. <https://doi.org/10.3390/ijms21186483>
- Lee, Y.-M., Yoon, Y., Yoon, H., Park, H.-M., Song, S., & Yeum, K.-J. (2017). Dietary Anthocyanins against Obesity and Inflammation. *Nutrients*, 9(10), 1089. <https://doi.org/10.3390/nu9101089>

- Lovic, D., Piperidou, A., Zografou, I., Grassos, H., Pittaras, A., & Manolis, A. (2020). The Growing Epidemic of Diabetes Mellitus. *Current Vascular Pharmacology*, 18(2), 104–109. <https://doi.org/10.2174/1570161117666190405165911>
- Mancia, G., Kreutz, R., Brunström, M., Burnier, M., Grassi, G., Januszewicz, A., Muiesan, M. L., Tsioufis, K., Agabiti-Rosei, E., Algharably, E. A. E., Azizi, M., Benetos, A., Borghi, C., Hitij, J. B., Cifkova, R., Coca, A., Cornelissen, V., Cruickshank, J. K., Cunha, P. G., ... Kjeldsen, S. E. (2023). 2023 ESH Guidelines for the management of arterial hypertension The Task Force for the management of arterial hypertension of the European Society of Hypertension: Endorsed by the International Society of Hypertension (ISH) and the European Renal Association (ERA). *Journal of Hypertension*, 41(12), 1874–2071. <https://doi.org/10.1097/HJH.0000000000003480>
- Marangoni, F., Agostoni, C., Borghi, C., Catapano, A. L., Cena, H., Ghiselli, A., La Vecchia, C., Lercker, G., Manzato, E., Pirillo, A., Riccardi, G., Risé, P., Visioli, F., & Poli, A. (2020). Dietary linoleic acid and human health: Focus on cardiovascular and cardiometabolic effects. *Atherosclerosis*, 292, 90–98. <https://doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2019.11.018>
- Martín-Peláez, S., Fito, M., & Castaner, O. (2020). Mediterranean Diet Effects on Type 2 Diabetes Prevention, Disease Progression, and Related Mechanisms. A Review. *Nutrients*, 12(8), 2236. <https://doi.org/10.3390/nu12082236>
- Minamizuka, T., Koshizaka, M., Shoji, M., Yamaga, M., Hayashi, A., Ide, K., Ide, S., Kitamoto, T., Sakamoto, K., Hattori, A., Ishikawa, T., Kobayashi, J., Maezawa, Y., Kobayashi, K., Takemoto, M., Inagaki, M., Endo, A., & Yokote, K. (2021). Low dose red yeast rice with monacolin K lowers LDL cholesterol and blood pressure in Japanese with mild dyslipidemia: A multicenter, randomized trial. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 30(3), 424–435. [https://doi.org/10.6133/apjcn.202109_30\(3\).0009](https://doi.org/10.6133/apjcn.202109_30(3).0009)
- Miyazawa, T., Burdeos, G. C., Itaya, M., Nakagawa, K., & Miyazawa, T. (2019). Vitamin E: Regulatory Redox Interactions. *IUBMB Life*, 71(4), 430–441. <https://doi.org/10.1002/iub.2008>
- Mohammadabadi, T., & Jain, R. (2024). Cinnamon: A nutraceutical supplement for the cardiovascular system. *Archives of Medical Sciences. Atherosclerotic Diseases*, 9, e72–e81. <https://doi.org/10.5114/amsad/184245>
- Morales-Franco, B., Nava-Villalba, M., Medina-Guerrero, E. O., Sánchez-Nuño, Y. A., Davila-Villa, P., Anaya-Ambriz, E. J., & Charles-Niño, C. L. (2021). Host-Pathogen Molecular Factors Contribute to the Pathogenesis of *Rhizopus* spp. In Diabetes Mellitus. *Current Tropical Medicine Reports*, 8(1), 6–17. <https://doi.org/10.1007/s40475-020-00222-1>
- Morales-Villegas, E. C., Yarleque, C., & Almeida, M. L. (2023). Manejo de la hipertensión y dislipidemia en México: Evidencia, brechas y aproximaciones. *Archivos de cardiología de México*, 93(1), 77–87. <https://doi.org/10.24875/acm.21000330>
- Moran, N. E., Thomas-Ahner, J. M., Wan, L., Zuniga, K. E., Erdman, J. W., & Clinton, S. K. (2022). Tomatoes, Lycopene, and Prostate Cancer: What Have We Learned from Experimental Models? *The Journal of Nutrition*, 152(6), 1381–1403. <https://doi.org/10.1093/jn/nxac066>
- Naeem, A., Hu, P., Yang, M., Zhang, J., Liu, Y., Zhu, W., & Zheng, Q. (2022). Natural Products as Anticancer Agents: Current Status and Future Perspectives. *Molecules*, 27(23), 8367. <https://doi.org/10.3390/molecules27238367>
- National Center for Complementary and Integrative Health. (January, 2019). *Coenzyme Q10*. Health information. Recuperado el 13 de febrero de 2025, de <https://www.nccih.nih.gov/health/coenzyme-q10>
- Nauman, M. C., & Johnson, J. J. (2019). Clinical application of bergamot (*Citrus bergamia*) for reducing high cholesterol and cardiovascular disease markers. *Integrative Food, Nutrition and Metabolism*, 6(2). <https://doi.org/10.15761/IFNM.1000249>
- Nie, Q., Li, M., Huang, C., Yuan, Y., Liang, Q., Ma, X., Qiu, T., & Li, J. (2024). The clinical efficacy and safety of berberine in the treatment of non-alcoholic fatty liver disease: A meta-analysis and

- systematic review. *Journal of Translational Medicine*, 22(1), 225. <https://doi.org/10.1186/s12967-024-05011-2>
- Organización Mundial de la Salud. (1 de marzo de 2024). *Obesidad y sobrepeso*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
- Organización Panamericana de la Salud/Organización Mundial de la Salud. (7 de marzo de 2024). *Más que una Cuestión de Peso*. <https://www.paho.org/es/noticias/7-3-2024-mas-que-cuestion-peso>
- Palacios, C. (2006). The role of nutrients in bone health, from A to Z. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 46(8), 621–628. <https://doi.org/10.1080/10408390500466174>
- Pavía-López, A. A., Alcocer-Gamba, M. A., Ruiz-Gastelum, E. D., Mayorga-Butrón, J. L., Mehta, R., Díaz-Aragón, F. A., Aldrete-Velasco, J. A., López-Juárez, N., Cruz-Bautista, I., Chávez-Mendoza, A., Secchi-Nicolás, N. C., Guerrero-Martínez, F. J., Cossio-Aranda, J. E., Mendoza-Zubieta, V., Fanghänel-Salmon, G., Valdivia-Proa, M., Olmos-Domínguez, L., Aguilar-Salinas, C. A., Dávila-Maldonado, L., ... Rodríguez-Vega, M. (2022). Guía de práctica clínica mexicana para el diagnóstico y tratamiento de las dislipidemias y enfermedad cardiovascular aterosclerótica. *Archivos De Cardiología De Mexico*, 92(Supl), 1–62. <https://doi.org/10.24875/ACM.M22000081>
- Pereira, P. C. (2014). Milk nutritional composition and its role in human health. *Nutrition (Burbank, Los Angeles County, Calif.)*, 30(6), 619–627. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2013.10.011>
- Pierdomenico, M., Cicero, A. F. G., Veronesi, M., Fogacci, F., Riccioni, C., & Benassi, B. (2023). Effect of *Citrus bergamia* extract on lipid profile: A combined in vitro and human study. *Phytotherapy Research: PTR*, 37(9), 4185–4195. <https://doi.org/10.1002/ptr.7897>
- Power, R., Nolan, J. M., Prado-Cabrero, A., Roche, W., Coen, R., Power, T., & Mulcahy, R. (2022). Omega-3 fatty acid, carotenoid and vitamin E supplementation improves working memory in older adults: A randomised clinical trial. *Clinical Nutrition (Edinburgh, Scotland)*, 41(2), 405–414. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2021.12.004>
- Process for the Assessment of Scientific Support for Claims on Foods – ILSI Europe. (s/f). *A European Commission Concerted Action Programme*. ILSI Europe. <https://ilsi.eu/eu-projects/passclaim/>
- Process for the Assessment of Scientific Support for Claims on Foods. (2005). *European Journal of Nutrition*, 44(1), i1–i2. <https://doi.org/10.1007/s00394-005-1101-6>
- Pullar, J. M., Carr, A. C., & Vissers, M. C. M. (2017). The Roles of Vitamin C in Skin Health. *Nutrients*, 9(8), 866. <https://doi.org/10.3390/nu9080866>
- Rahayu, E. S., Mariyatun, M., Putri Manurung, N. E., Hasan, P. N., Therdtatha, P., Mishima, R., Komalasari, H., Mahfuzah, N. A., Pamungkaningtyas, F. H., Yoga, W. K., Nurfiana, D. A., Liwan, S. Y., Juffrie, M., Nugroho, A. E., & Utami, T. (2021). Effect of probiotic *Lactobacillus plantarum* Dad-13 powder consumption on the gut microbiota and intestinal health of overweight adults. *World Journal of Gastroenterology*, 27(1), 107–128. <https://doi.org/10.3748/wjg.v27.i1.107>
- Rajput, R., Wairkar, S., & Gaud, R. (2018). Nutraceuticals for better management of osteoporosis: An overview. *Journal of Functional Foods*, 47, 480–490. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2018.06.013>
- Ramírez-Osorio, L. J., Villarruel López, A., Villagrán, Z., & Anaya Esparza, L. M. (2022). Residuos alimenticios: Fuente de componentes bioactivos para la elaboración de alimentos funcionales. *Acta de Ciencia en Salud*, 16, 17–26. <https://doi.org/10.32870/acs.v0i16.108>
- Rezazadeh, L., Alipour, B., Jafarabadi, M. A., Behrooz, M., & Gargari, B. P. (2021). Daily consumption effects of probiotic yogurt containing *Lactobacillus acidophilus* La5 and *Bifidobacterium lactis* Bb12 on oxidative stress in metabolic syndrome patients. *Clinical Nutrition ESPEN*, 41, 136–142. <https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2020.12.003>
- Rocha, V. Z., Tada, M. T., Chacra, A. P. M., Miname, M. H., & Mizuta, M. H. (2023). Update on Sitosterolemia and Atherosclerosis. *Current Atherosclerosis Reports*, 25(5), 181–187. <https://doi.org/10.1007/s11883-023-01092-4>

- Romani, A., Ieri, F., Urciuoli, S., Noce, A., Marrone, G., Nediani, C., & Bernini, R. (2019). Health Effects of Phenolic Compounds Found in Extra-Virgin Olive Oil, By-Products, and Leaf of *Olea europaea* L. *Nutrients*, *11*(8), 1776. <https://doi.org/10.3390/nu11081776>
- Saadat, N., Akhtar, S., Goja, A., Razalli, N. H., Geamanu, A., David, D., Shen, Y., & Gupta, S. V. (2018). Dietary Garcinol Arrests Pancreatic Cancer in p53 and K-ras Conditional Mutant Mouse Model. *Nutrition and Cancer*, *70*(7), 1075–1087. <https://doi.org/10.1080/01635581.2018.1502327>
- Sanchez, M., Darimont, C., Drapeau, V., Emady-Azar, S., Lepage, M., Rezzonico, E., Ngom-Bru, C., Berger, B., Philippe, L., Ammon-Zuffrey, C., Leone, P., Chevrier, G., St-Amand, E., Marette, A., Doré, J., & Tremblay, A. (2014). Effect of *Lactobacillus rhamnosus* CGMCC1.3724 supplementation on weight loss and maintenance in obese men and women. *The British Journal of Nutrition*, *111*(8), 1507–1519. <https://doi.org/10.1017/S0007114513003875>
- Sánchez-Nuño, Y. A., Zermeño-Ruiz, M., Vázquez-Paulino, O. D., Nuño, K., & Villarruel-López, A. (2024). Bioactive Compounds from Pigmented Corn (*Zea mays* L.) and Their Effect on Health. *Biomolecules*, *14*(3), 338. <https://doi.org/10.3390/biom14030338>
- Sbehat, M., Mauriello, G., & Altamimi, M. (2022). Microencapsulation of Probiotics for Food Functionalization: An Update on Literature Reviews. *Microorganisms*, *10*(10), 1948. <https://doi.org/10.3390/microorganisms10101948>
- Schoeneck, M., & Iggman, D. (2021). The effects of foods on LDL cholesterol levels: A systematic review of the accumulated evidence from systematic reviews and meta-analyses of randomized controlled trials. *Nutrition, Metabolism, and Cardiovascular Diseases*, *31*(5), 1325–1338. <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2020.12.032>
- Secretaría de Salud, (16 de septiembre de 2023). 294. México registra al año más de 195 mil casos de cáncer: Secretaría de Salud. gob.mx. Recuperado el 4 de julio de 2024, de <http://www.gob.mx/salud/prensa/294-mexico-registra-al-ano-mas-de-195-mil-casos-de-cancer-secretaria-de-salud>
- Shahcheraghi, S. H., Salemi, F., Small, S., Syed, S., Salari, F., Alam, W., Cheang, W. S., Saso, L., & Khan, H. (2023). Resveratrol regulates inflammation and improves oxidative stress via Nrf2 signaling pathway: Therapeutic and biotechnological prospects. *Phytotherapy Research: PTR*, *37*(4), 1590–1605. <https://doi.org/10.1002/ptr.7754>
- Shatylo, V. B., Korkushko, O. V., Borovs'kyi, V. R., Anisimova, I. M., Tarasenko, O. B., & Ivanova, A. O. (2007). [Efficacy of treatment-and-prophylactic diets including soya-based food in elderly patients with atherogenic dislipidemia and glucose intolerance]. *Likars'ka Sprava*, 5–6, 89–97. <https://europepmc.org/article/MED/18416170>
- Shirouchi, B., Nagao, K., Umegatani, M., Shiraishi, A., Morita, Y., Kai, S., Yanagita, T., Ogawa, A., Kadooka, Y., & Sato, M. (2016). Probiotic *Lactobacillus gasseri* SBT2055 improves glucose tolerance and reduces body weight gain in rats by stimulating energy expenditure. *The British Journal of Nutrition*, *116*(3), 451–458. <https://doi.org/10.1017/S0007114516002245>
- Siegel, R. L., Giaquinto, A. N., & Jemal, A. (2024). Cancer statistics, 2024. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, *74*(1), 12–49. <https://doi.org/10.3322/caac.21820>
- Silva, B. V., Sousa, C., Caldeira, D., Abreu, A., & Pinto, F. J. (2022). Management of arterial hypertension: Challenges and opportunities. *Clinical Cardiology*, *45*(11), 1094–1099. <https://doi.org/10.1002/clc.23938>
- Sleiman, C., Daou, R.-M., Al Hazzouri, A., Hamdan, Z., Ghadieh, H. E., Harbieh, B., & Romani, M. (2024). Garlic and Hypertension: Efficacy, Mechanism of Action, and Clinical Implications. *Nutrients*, *16*(17), 2895. <https://doi.org/10.3390/nu16172895>
- Soliman, G. A. (2019). Dietary Fiber, Atherosclerosis, and Cardiovascular Disease. *Nutrients*, *11*(5), 1155. <https://doi.org/10.3390/nu11051155>
- Song, R., Hu, M., Qin, X., Qiu, L., Wang, P., Zhang, X., Liu, R., & Wang, X. (2023). The Roles of Lipid Metabolism in the Pathogenesis of Chronic

- Diseases in the Elderly. *Nutrients*, 15(15), 3433. <https://doi.org/10.3390/nu15153433>
- Song, Y., Wang, Q., & Jia, L. (2024). Omega-3 fatty acids and their influence on hypertension and coronary atherosclerosis: Insights from a Mendelian randomization approach. *Journal of Clinical Hypertension*, 26(4), 382–390. <https://doi.org/10.1111/jch.14782>
- Subramaniam, S., Selvaduray, K. R., & Radhakrishnan, A. K. (2019). Bioactive Compounds: Natural Defense Against Cancer? *Biomolecules*, 9(12), 758. <https://doi.org/10.3390/biom9120758>
- Terasaki, M., Kubota, A., Kojima, H., Maeda, H., Miyashita, K., Kawagoe, C., Mutoh, M., & Tanaka, T. (2021). Fucoxanthin and Colorectal Cancer Prevention. *Cancers*, 13(10), 2379. <https://doi.org/10.3390/cancers13102379>
- Tousoulis, D. (2020). Arterial hypertension: New concepts in diagnosis and treatment? *Hellenic Journal of Cardiology: HJC = Hellenike Kardiologike Epitheorese*, 61(3), 145–147. <https://doi.org/10.1016/j.hjc.2020.08.003>
- Tupas, G., Otero, M. C., & Bernolo, L. (2020). Title: Functional Foods and Nutraceuticals: Bioactive Components, Formulations and Innovations Chapter 1 *Functional Foods and Health Benefits*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.18636.77440>
- Van Loon, K., Mohar, A., Unger-Saldaña, K., Potter, M. B., Sweet-Cordero, E. A., Breithaupt, L., Espinosa-Tamez, P., Sepúlveda-Amor, J., & Lajous, M. (2022). Developing a collaborative international partnership for cancer control in Mexico. *Salud Publica De Mexico*, 64(1), 100–104. <https://doi.org/10.21149/12506>
- Wang, Q., Shen, W., Shao, W., & Hu, H. (2024). Berberine alleviates cholesterol and bile acid metabolism disorders induced by high cholesterol diet in mice. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 719, 150088. <https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2024.150088>
- Xu, L., Li, Y., Dai, Y., & Peng, J. (2018). Natural products for the treatment of type 2 diabetes mellitus: Pharmacology and mechanisms. *Pharmacological Research*, 130, 451–465. <https://doi.org/10.1016/j.phrs.2018.01.015>
- Yin, Y., Tan, Y., Wei, X., Li, X., Chen, H., Yang, Z., Tang, G., Yao, X., Mi, P., & Zheng, X. (2022). Recent Advances of Curcumin Derivatives in Breast Cancer. *Chemistry & Biodiversity*, 19(10), e202200485. <https://doi.org/10.1002/cbdv.202200485>
- Younas, A., Naqvi, S. A., Khan, M. R., Shabbir, M. A., Jatoi, M. A., Anwar, F., Inam-Ur-Raheem, M., Saari, N., & Aadil, R. M. (2020). Functional food and nutra-pharmaceutical perspectives of date (*Phoenix dactylifera* L.) fruit. *Journal of Food Biochemistry*, 44(9), e13332. <https://doi.org/10.1111/jfbc.13332>
- Zarrati, M., Shidfar, F., Nourijelyani, K., Mofid, V., Hossein zadeh-Attar, M. J., Bidad, K., Najafi, F., Gheflati, Z., Chamari, M., & Salehi, E. (2013). *Lactobacillus acidophilus* La5, *Bifidobacterium* BB12, and *Lactobacillus casei* DN001 modulate gene expression of subset specific transcription factors and cytokines in peripheral blood mononuclear cells of obese and overweight people. *BioFactors (Oxford, England)*, 39(6), 633–643. <https://doi.org/10.1002/biof.1128>
- Zhang, Y., Yang, S., Wu, Q., Ye, Z., Zhou, C., Liu, M., Zhang, Z., He, P., Zhang, Y., Li, H., Li, R., Gan, X., Liu, C., & Qin, X. (2023). Dietary vitamin E intake and new-onset hypertension. *Hypertension Research: Official Journal of the Japanese Society of Hypertension*, 46(5), 1267–1275. <https://doi.org/10.1038/s41440-022-01163-0>
- Zhou, Y., Farooqi, A. A., & Xu, B. (2023). Comprehensive review on signaling pathways of dietary saponins in cancer cells suppression. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 63(20), 4325–4350. <https://doi.org/10.1080/10408398.2021.2000933>