

Alimentos funcionales y su impacto en la salud humana

Functional foods and their impact in human health

Zuamí Villagrán^a, Sughey González-Torres^b, Efigenia Montalvo-González^c, Javier Eugenio García de Alba-Verduzco^d, Blanca Catalina Ramírez-Hernández^e y Luis Miguel Anaya-Esparza^{f*}

Abstract:

Functional foods are characterized to contain biologically active components in their matrix that can improve the health and well-being of consumers. This work aimed to review the impact of functional food consumption on non-communicable diseases, gastrointestinal disorders, cognitive performance, and COVID-19. According to the literature, the consumption of yogurt, low-fat milk, and quinoa help to control type 2 diabetes mellitus by increasing HDL and improving insulin resistance. Ginger and green tea contribute to weight-loss by increasing satiety and decreasing body mass index, and *Camellia sinensis* tea reduces triglyceride levels. Likewise, the consumption of strawberries, chia, and yogurt contributes to preventing and controlling cardiovascular risks by improving endothelial function and reducing systolic blood pressure. Meanwhile, the consumption of biscuits with added fiber, yogurt, and *Aloe vera* extracts helps to control or prevent gastrointestinal disorders (constipation, colitis, antibiotic-associated diarrhea, non-bloody diarrhea, and irritable bowel syndrome). Additionally, green tea, pomegranate, fish, and Ginkgo biloba prevented cognitive decline and improved verbal and spatial activation. Furthermore, the consumption of antioxidant-rich functional foods has been proposed as an adjuvant in preventing viral diseases such as COVID-19. The main beneficial effects are associated with the phenolic compounds, flavonoids, carotenoids, dietary fiber, fatty acids, prebiotics, and probiotics. Thus, the consumption of functional foods is an alternative to improve health.

Keywords:

Bioactive components, health claims, disease prevention, non-communicable diseases, COVID-19

Resumen:

Los alimentos funcionales se caracterizan por contener en su matriz componentes con actividad biológica capaces de mejorar la salud y bienestar de los consumidores. El presente documento revisa el impacto del consumo de alimentos funcionales en enfermedades no transmisibles, trastornos gastrointestinales, deterioro cognitivo y COVID-19. De acuerdo con la literatura, el consumo de yogurt, leche baja en grasa y quinoa ayudan a controlar la diabetes mellitus tipo 2, al incrementar las HDL y mejorar la resistencia a la insulina. El jengibre y té verde contribuyen a la pérdida de peso, al aumentar la sensación de saciedad y disminuir el índice de masa corporal; además, el té de *Camellia sinensis* reduce los niveles de triglicéridos. Asimismo, el consumo de fresas, chía y yogurt previenen y controlan riesgos cardiovasculares, al mejorar la función endotelial y reducir la presión sistólica. Además, el consumo de galletas adicionadas con fibra, yogurt y extractos de *Aloe vera* ayudan en el control o prevención de trastornos gastrointestinales (constipación, colitis, diarrea asociada a antibióticos, diarrea no sanguinolenta y síndrome de intestino irritable). Adicionalmente, el consumo de té verde, granada, pescado y Ginkgo biloba previenen el deterioro cognitivo y mejoran la activación verbal y espacial. Además, el consumo de alimentos funcionales ricos en antioxidantes se propone como coadyuvante en la prevención de enfermedades virales como la COVID-19. Los principales efectos benéficos se asocian con la presencia de

^a Universidad de Guadalajara, <https://orcid.org/0000-0001-9871-5407>, Email: blanca.villagran@academicos.udg.mx

^b Universidad de Guadalajara, <https://orcid.org/0000-0003-2740-3080>, Email: sgonzalez@cualtos.udg.mx

^c Instituto Tecnológico de Tepic, <https://orcid.org/0000-0002-3760-0806>, Email: emontalvo@ittec.edu.mx

^d Universidad de Guadalajara, <https://orcid.org/0000-0002-8583-2724>, Email: javier.garciadealba@academicos.udg.mx

^e Universidad de Guadalajara, <https://orcid.org/0000-0002-0576-8997>, Email: blanca.ramirez@academicos.udg.mx

^f Autor de Correspondencia, Universidad de Guadalajara, <https://orcid.org/0000-0001-9194-1719>, Email: luis.aesparza@academicos.udg.mx

compuestos fenólicos, flavonoides, carotenoides, fibra dietética, ácidos grasos, prebióticos y probióticos. Por lo que, el consumo de alimentos funcionales son una alternativa para mejorar la salud.

Palabras Clave:

Componentes bioactivos, declaraciones en salud, prevención de enfermedades, enfermedades no transmisibles, COVID-19

Introducción

La función principal de los alimentos es satisfacer los requerimientos nutricionales de las personas¹. Sin embargo, lo anterior solo se cumple cuando existe el balance adecuado entre el tipo y cantidad de alimentos que se consumen². Además, el estilo de vida acelerado y sedentarismo en la población han generado cambios importantes en los hábitos alimenticios a nivel mundial, lo que, en algunos casos se ha convertido en un problema de salud pública¹. En México, la mala alimentación es una de las principales causas de enfermedades no transmisibles como diabetes, hipertensión arterial y trastornos cardiovasculares^{3,4}. En este contexto, se han desarrollado alimentos que contengan en su formulación componentes funcionales tales como carotenoides, resveratrol, fibras dietéticas, ácidos grasos, flavonoides, prebióticos o probióticos, entre otros¹ capaces de brindar efectos benéficos para la salud de los consumidores⁵; denominados alimentos funcionales².

Dichos alimentos (ej. queso enriquecido con fitoesteroles, yogurt con probióticos, huevo con alto contenido de omega-3, galletas con fibra)⁶ ayudan a reducir el riesgo de padecer enfermedades crónicas no transmisibles (diabetes, obesidad, hipertensión y dislipidemias)⁷, trastornos gastrointestinales (diarrea y síndrome de intestino irritable)⁸, afecciones cognitivas y mentales (demencia y Alzheimer)⁹⁻¹⁰ y COVID-19¹¹. Por lo que, la producción y disponibilidad de alimentos funcionales ha generado cambios en la dinámica de la industria de alimentos y de la nutrición, propiciando que se lleven a cabo enfoques multidisciplinarios para el desarrollo de los mismos.¹² El objetivo del presente documento fue recopilar, describir y discutir el impacto de los alimentos funcionales en enfermedades no transmisibles, desordenes gastrointestinales, afecciones cognitivas y COVID-19.

Alimentos funcionales y sus características

En el documento de Consenso del proyecto FUFOSE (Functional Food Science in Europe) emitido por el Instituto Internacional de Ciencias de la Vida (ILSI, por sus siglas en inglés) "*Un alimento puede considerarse funcional (AF) si se demuestra satisfactoriamente que ejerce un efecto benéfico sobre una o más funciones selectivas del organismo, además de sus efectos nutritivos intrínsecos, de modo tal que resulte apropiado*

para mejorar el estado de salud y bienestar, reducir el riesgo de enfermedad, o ambas cosas"¹³ El concepto de AF emerge en Japón en 1980, como alternativa para reducir los gastos en salud de la población longeva o con alta expectativa de vida, para lo cual se creó un marco regulatorio denominado "*Alimentos Específicos para su Uso en Salud*" (FOSHU, por sus siglas en inglés). A partir de ese momento, el mercado Japonés se invadió de "supuestos" alimentos funcionales. Por lo que, en 1991 se creó la primera agencia reguladora de AF en Japón y con ello iniciar a etiquetar este tipo de alimentos; no obstante, en 1993, se aprobó el primer producto alimenticio (arroz hipoalergénico) como FOSHU¹⁴.

En general, los AF tienen en su composición (de manera natural o por adición) componentes funcionales como fitoquímicos (ej. compuestos fenólicos), prebióticos (ej. fibra) o probióticos (ej. lactobacilos) entre otros, los cuales proveen beneficios a la salud de los consumidores; asimismo, también se consideran como AF aquellos a los que se les ha removido algún componente del alimento con potencial efecto negativo en la salud (ej. alérgenos o irritantes)¹³. Por otro lado, los AF deben seguir siendo alimentos y demostrar sus beneficios a la salud en cantidades que normalmente se consumen en la dieta. Es decir, los AF no son capsulas, comprimidos o suplementos alimenticios¹⁵. En este contexto, los AF no son solo alimentos procesados, sino también, alimentos tradicionales (ej. jitomate, avena y aceite de olivo) que contienen componentes funcionales (ej. licopeno, β -glucanos o ácido oleico) con propiedades benéficas para la salud, independientemente de las nutricionales¹⁶.

Adicionalmente, los AF de venta al público deben contener leyendas (alegaciones de salud) con el objetivo de evitar fraudes alimentarios hacia los consumidores. Las alegaciones deben ser verdaderas (científicamente validadas y claras) y no contener ninguna mención engañosa de supuestos beneficios a la salud. Las alegaciones de salud se clasifican como genéricas (existe evidencia científica sobre los efectos saludables de los componentes de los alimentos) o específicas del producto (dan a entender posibles efectos benéficos, pero se requiere evidencia científica); además, deben diferenciarse de las alegaciones sobre propiedades medicinales, las cuales están prohibidas para cualquier tipo de alimento, bebidas y suplementos alimenticios¹³ (Figura 1). Cabe señalar que en México no existe

definición oficial ni regulación para los AF¹⁷. Sin embargo, el desarrollo, estudio, disponibilidad, consumo e información de los AF es tema de interés tanto para la comunidad científica como para la población en general¹⁸. En una encuesta realizada en la ciudad de Tepic, Nayarit, México mencionan que el término AF es conocido por personas relacionadas y familiarizadas con el área de Ciencias de Alimentos y Nutrición. Sin embargo, destacan la importancia de que la población en general o profesionistas de otras áreas estén informados sobre los AF y los beneficios a la salud que estos ofrecen¹⁷.

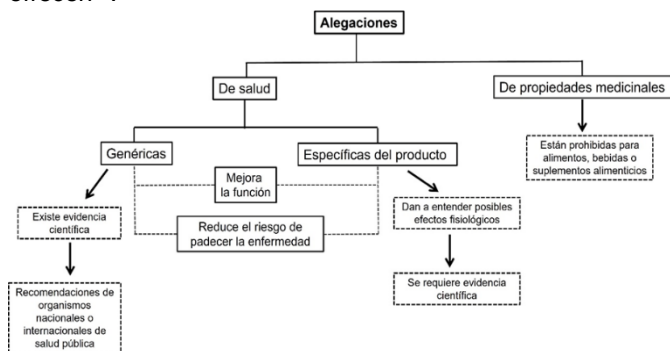


Figura 1. Clasificación esquemática de las distintas alegaciones para los alimentos funcionales.

Efecto benéfico de alimentos funcionales en la salud humana

En los últimos años, se ha estudiado la relación existente entre la alimentación y enfermedades crónicas no transmisibles¹⁹. Tal como se ha mencionado en secciones precedentes el consumo de alimentos funcionales tiene efectos positivos sobre procesos fisiológicos que ayudan a reducir el riesgo de padecer enfermedades crónicas no transmisibles^{12,20-21}, trastornos gastrointestinales⁸ afecciones cognitivas y mentales⁹⁻¹⁰ COVID-19¹¹; por esta razón, a partir de este punto la revisión se centra en los efectos saludables de los alimentos funcionales sobre ciertos padecimientos reportados mediante ensayos *in vivo*, tal como se discute a continuación.

Enfermedades crónicas no transmisibles

Las enfermedades crónicas no transmisibles como la diabetes mellitus, obesidad y enfermedades cardiovasculares son la principal causa de morbilidad y mortalidad a nivel mundial²².

Las enfermedades metabólicas como la diabetes mellitus tipo 2 (DM2) y obesidad, han alcanzado proporciones epidémicas alrededor del mundo y particularmente en México⁴. En este contexto, las propiedades funcionales de algunos alimentos han sido implicadas en la prevención o control de la DM2 y obesidad (Tabla 1). El consumo de productos lácteos (yogurt y leche baja en

grasa) puede disminuir el riesgo de padecer DM2^{23,24}, el contenido de calcio, vitamina D, magnesio y lactosa tienen efectos fisiológicos sobre los factores de riesgo, al promover la secreción del factor de crecimiento insulínico tipo 1 (IGF-1) que modula la absorción de glucosa y por ende su tolerancia. Además, el contenido de ácido linoleico y proteínas de suero de leche tienen efectos insulínótropicos y reducen el aumento de peso²⁰. Además, tanto la leche como el yogurt, contienen microorganismos probióticos (principalmente bacterias ácido lácticas) con efectos benéficos a la salud, principalmente en la modulación de la microbiota²³. Por otra parte, es sabido que sujetos con DM2 secretan menores niveles del péptido similar al glucagón 1 (GLP-1), por lo que, el consumo de té verde ayuda a incrementar la producción de GLP-1, principalmente en sujetos con menos de 5 años del padecimiento, lo que podría reducir la glucemia y resistencia a la insulina²⁵. Otra de las características de sujetos con DM2 es la polifagia, la quinua o quinoa contiene elevada fibra alimentaria que otorga un efecto saciante, que deriva en una disminución calórica y consecuentemente del índice de masa corporal (IMC), un efecto preventivo para la diabetes mellitus²⁶. Por su parte, en condiciones de obesidad el consumo de jengibre podría aumentar la termogénesis y el gasto energético por acción de las catecolaminas, lo que influiría de manera positiva en el peso y la composición corporal. Además, de aumentar la expresión de adiponectina y disminuir los niveles séricos leptina y resistina que favorece a la regulación del metabolismo²⁷. Asimismo, los fitoquímicos presentes en el té verde ofrecen efectos similares a los reportados para el consumo de jengibre en personas con obesidad²⁸.

Por otro lado, las enfermedades cardiovasculares (cardiopatía isquémica, accidentes cerebrovasculares, enfermedad coronaria) continúan como la principal causa de muerte prematura en el mundo, factores como dislipidemias, hipertensión, además de factores ambientales (estilos de vida y alimentación) inducen el desarrollo de disfunción endotelial asociada con el estrés oxidativo e inflamación vascular²⁹. En la Tabla 1 se muestra el efecto benéfico del consumo de alimentos funcionales sobre enfermedades cardiovasculares.

En general, el consumo de té verde ayuda en la disminución de triglicéridos (TGL) con incrementó en lipoproteínas de alta densidad (HDL) con una relación proporcional a la adiponectina, con efectos antiinflamatorios y anti-ateroscleróticos²⁵. En adición, el consumo de frutos rojos reduce el estrés oxidativo por la eliminación de radicales libres, lo que ayuda a prevenir eventos coronarios asociado a la presencia de fitoquímicos y sus propiedades antioxidantes y anti-aterogénicas vía inactivación de la paraoxonasa,

Tabla 1. Efecto del consumo de alimentos funcionales sobre enfermedades crónicas no transmisibles

Enfermedad	Alimento funcional	Población/Muestra	Tratamiento	Tipo de estudio	Conclusiones relevantes	Ref.
Diabetes Mellitus tipo 2	Yogurt y leche baja en grasa	N = 3,454 (55-80 años)	Yogur 125 g por día y leche 200 mL por día, sobre el Incremento del consumo habitual	Diseño observacional de cohorte prospectivo	El incremento del consumo de ambos productos disminuyó el riesgo de DM2	(23)
	Té verde (<i>Camellia sinensis</i>)	N = 77 (final) n= 39 té verde y 38 placebo	500 mg de té verde 3 veces por día por 16 semanas (celulosa como placebo)	Ensayo clínico aleatorizado, controlado (doble ciego)	El consumo de té verde incrementó las HDL y mejoró la resistencia a insulina	(25)
	Quinoa (<i>Chenopodium quinoa</i>)	N = 29 adultos prediabéticos sin tratamiento farmacológico	40 g de harina de quinoa por día durante 28 días (maltodextrina como placebo)	Estudio clínico aleatorizado, (doble ciego)	El consumo de quinoa disminuyó la hemoglobina glicosilada	(26)
Obesidad	Jengibre (<i>Zingiber officinale</i>)	N = 80 mujeres con obesidad	2 g en polvo por día durante 12 semanas	Estudio aleatorizado, controlado (doble ciego)	El consumo de jengibre disminuyó el índice de masa corporal, insulina y HOMA-IR	(27)
	Té verde (<i>Camellia sinensis</i>)	N = 22 adultos sanos con normopeso	750 mg de té verde durante 1 semana (almidón de maíz como placebo)	Estudio controlado, cruzado (doble ciego)	El consumo de té verde aumentó la sensación de saciedad, volumen gástrico y niveles de adiponectina	(28)
Dislipidemias	Hoja de té (<i>Camellia sinensis</i>)	N = 77 n=39 té verde y 38 placebo	500 mg de té verde 3 veces por día por 16 semanas (celulosa como placebo)	Ensayo clínico aleatorizado, controlado (doble ciego)	Se observó aumento el HDL con disminución de triglicéridos en ayunas	(25)
Aterosclerosis	Fresa (<i>Fragaria ananassa</i>)	N = 27 sujetos con síndrome metabólico	4 tazas de fresas liofilizadas, 50 g por día durante 8 semanas	Ensayo controlado, aleatorizado	Se detectó disminución en concentración de LDL, colesterol total y niveles circulantes de VCAM-1	(30)
Hipertensión arterial	Productos lácteos	N = 89 con hipertensión	3 porciones de productos lácteos durante 4 semanas	Ensayo controlado aleatorizado, cruzado (ciego)	Se observó mejora en la función endotelial con reducción en presión arterial sistólica	(32)
Riesgo cardiovascular	Chía (<i>Salvia hispanica</i>)	N = 20 12 semanas	7 g por día	Ensayo controlado, aleatorizado, cruzado (ciego)	Se redujo la presión arterial sistólica con aumento los niveles plasmáticos de ALA y EPA	(33)

DM2: diabetes mellitus tipo 2; **HDL:** lipoproteína de alta densidad; **HOMA-IR:** índice de resistencia a la insulina; **VCAM-1:** moléculas de adhesión endoteliales 1; **ALA:** ácido α -linoleico; **EPA:** ácidos grasos eicosapentaenoicos.

asociada a la actividad de HDL, lo que impide se formen células espumosas^{30,31}. Los lácteos que contienen grandes cantidades de potasio, calcio, magnesio y péptidos bioactivos (lactotripéptidos), podrían generar un efecto benéfico sobre la función endotelial de pacientes con hipertensión leve o moderada, al actuar de forma sinérgica; principalmente en el caso de los varones, donde se ha reportado una mejoría de la presión arterial (PA), la diferencia podría atribuirse a las hormonas sexuales esteroideas o factores constitucionales³². La chía otro alimento rico en antioxidantes, fibra y minerales como potasio, calcio y magnesio que han demostrado efectos reductores de la presión arterial. Además, ácidos grasos como el ácido α -linoleico (ALA) que en una conversión a través de la vía de los eicosanoides, deriva en una menor producción de prostaglandinas vasoconstrictoras. Tanto ALA como los ácidos grasos eicosapentaenoicos (EPA) se asocian inversamente a la Proteína C reactiva (PCR), lo que disminuye la inflamación³³.

De acuerdo con la evidencia, el consumo de alimentos funcionales puede ayudar a reducir el riesgo de padecer enfermedades crónicas no transmisibles; además, de contribuir al control de las mismas.

Enfermedades gastrointestinales

Las enfermedades gastrointestinales son un trastorno frecuente a nivel mundial⁸. En la Tabla 2 se muestran algunos ejemplos sobre los efectos benéficos del consumo de AF sobre enfermedades gastrointestinales.

La diarrea es una de las enfermedades gastrointestinales más comunes, por lo que, la inclusión de alimentos funcionales, principalmente lácteos fermentados, durante su tratamiento es una práctica cada vez más frecuente; lo anterior, debido a que dichos alimentos han demostrado ser eficientes para disminuir la incidencia, duración y complicaciones asociadas tanto con la diarrea infecciosa no sanguinolenta, como a la asociada a antibióticos, principalmente por la presencia de microorganismos probióticos y/o sus metabolitos capaces de estimular el sistema inmune, modular la microbiota y regular el tránsito intestinal^{8,34}. Adicionalmente, se ha reportado que la administración mediante enema de infusiones a partir de Manzanilla Ruibarbo, Sábila y Zarparrilla a ratas, disminuyó los signos macroscópicos asociados a la colitis ulcerativa, con reducción del grado de edema en el 60% de los individuos y de ulceración en el 88%; además, se demostró que la infusión promovió la regeneración de la mucosa intestinal en el 50% de los individuos³⁵.

Adicionalmente, el síndrome de intestino irritable se caracteriza por dolor abdominal frecuente asociado a alteraciones en la consistencia o asiduidad de las heces.

Su tratamiento se enfoca en mitigar los síntomas; en este sentido, se demostró que el consumo de un producto lácteo fermentado mejoró la diarrea, constipación, dolor y flatulencia en pacientes con esta patología, atribuido a la presencia de microorganismos probióticos o sus metabolitos (posbióticos)³⁶. En general, la inclusión de alimentos lácteos fermentados en la dieta puede ayudar a disminuir los síntomas y signos de enfermedades gastrointestinales.

Adicionalmente, el consumo de galletas con fibra de cereales ayudó a incrementar la frecuencia diaria de defecación, las cuales pudieran utilizarse como coadyuvante en la constipación³⁷. Lo anterior, puede ser atribuido con la capacidad de la fibra dietética de absorber agua, aumentar la masa y peso de las heces, lo que a su vez, estimula la velocidad de evacuación intestinal¹⁹. Por lo que, el consumo de alimentos ricos en prebióticos provee efectos beneficios a la salud intestinal. De acuerdo con la evidencia, el consumo de alimentos funcionales ricos en compuestos bioactivos (fitoquímicos), prebióticos y probióticos (o sus metabolitos) tienen efecto benéfico sobre la salud gastrointestinal de los consumidores.

Afecciones cognitivas y mentales

Las funciones mentales son resultado de la actividad cerebral y requieren aporte continuo de nutrimentos para su optimización y prevención del deterioro cognitivo provocado por estrés oxidativo³⁸. En la Tabla 3 se muestra el efecto de algunos alimentos funcionales sobre afecciones cognitivas y mentales.

Los polifenoles del té verde o la granada sugieren efectos neuroprotectores, al mostrar mayor actividad metabólica y comunicación neuronal^{9,39}. Por ejemplo, la catequina presenta un mecanismo protector contra la neurotoxicidad inducida por la proteína β -amiloide. Sus propiedades incluyen modular la supervivencia celular y genes que intervienen en el ciclo celular, así como el crecimiento de neuritas⁹. Los flavonoides y terpenos componentes del *Ginkgo biloba* en sinergia podrían dilatar vasos sanguíneos, aumentar el flujo sanguíneo y reducir viscosidad, con ello modificar los sistemas de neurotransmisores y reducir la densidad de radicales libres de oxígeno¹⁰. Asimismo, el suministro adecuado de ácidos grasos omega 3 contenidos en el pescado, pueden ser críticos en el mantenimiento de la cognición y memoria, preservando regiones cerebrales como el hipocampo con funciones de aprendizaje, memoria, plasticidad, transmisión neural y neurogénesis. Además, de que el pescado contiene selenio y vitamina D potenciales neuroprotectores⁴⁰. De acuerdo con la literatura, los alimentos funcionales ayudan a prevenir el

Tabla 2. Efecto del consumo de alimentos funcionales sobre enfermedades gastrointestinales

Enfermedad	Alimento funcional	Población/Muestra	Tratamiento	Tipo de estudio	Conclusiones relevantes	Ref.
Constipación	Galletas con fibra de cereales	n = 6 mujeres	100 g diarios durante 10 días, sin restricción de dieta	Sin información	El consumo del producto incremento la frecuencia de evacuaciones fecales	(37)
Colitis	Extracto de hierbas <i>Aloe perryi</i> , <i>Anthemini novilis</i> , <i>Smilax regelii</i> , Y <i>Rheum affianale</i>	n = 12 ratas macho Sprague-Dawley	Enema con 1 mL de ácido acético al 10% suplementado con 1 mL del extracto	Modelo animal	Disminución en el número y severidad de las lesiones macro y microscópicas asociadas a la enfermedad	(35)
Diarrea asociada a antibióticos	Yogurt (leche de vaca)	n = 203 adultos mayores de 65 años	227 g de yogurt comercial durante 8 días	Estudio aleatorizado, controlado (doble ciego)	Decremento en la incidencia y duración de diarrea asociada a antibióticos	(8)
Diarrea no sanguinolenta	Yogurt (leche de vaca)	n = 86 lactantes hospitalizados (6 – 24 meses)	15 mL/kg/día, durante el tiempo de hospitalización	Estudio aleatorizado controlado	El consumo del producto disminuyó días de hospitalización y frecuencia de evacuaciones con ganancia de peso	(34)
Síndrome de intestino irritable	Producto lácteo fermentado	N = 184 adultos (18 – 65 años)	125 g de producto dos veces al día durante 12 semanas	Ensayo aleatorio controlado con placebo	Mejoras asociadas a la sintomatología de la patología (diarrea, constipación, dolor y flatulencia)	(36)

Tabla 3. Efecto del consumo de alimentos funcionales sobre afecciones cognitivas y mentales

Enfermedad	Alimento funcional	Población/Muestra	Tratamiento	Tipo de estudio	Resultados relevantes	Ref.
Demencia por envejecimiento	Té verde (<i>Camellia sinensis</i>)	N = 1003 (> 70 años)	≤3 tazas por semana ≥ 2 taza por día	Estudio transversal	El té previno el deterioro cognitivo	(9)
Memoria	Granada (<i>Punica granatum</i>)	N = 28 (adultos mayores, diestros)	8 onzas (237 mL) de jugo durante 4 semanas	Ensayo aleatorio controlado (doble ciego)	El jugo de granada mejoró la activación verbal y espacial	(39)
Cognición y memoria	Pescado	N = 24,649 >30 años	Consumo de porciones semanales en 4 categorías: <1, 1, 2-3 o >4 porciones	Meta análisis asociaciones de 5 cohortes	El pescado redujo el deterioro cognitivo global	(40)
Alzheimer	<i>Ginkgo biloba</i>	N = 76 (50 – 80 años)	160 mg por día durante 24 semanas	Ensayo aleatorio controlado (doble ciego)	El <i>G. biloba</i> incrementó el estado mental	(10)

deterioro cognitivo, así como, la activación verbal y espacial.

Infección por COVID-19

Tal como se ha mencionado en secciones previas, los AF son recomendados para reducir el riesgo de contraer enfermedades crónicas no transmisibles⁸. Sin embargo, recientemente, se ha propuesto que el consumo de AF puede prevenir el riesgo de contagio o combatir enfermedades virales, particularmente, las ocasionadas por COVID-19¹⁶. Lo anterior, atribuido a la presencia de componentes biológicamente activos que ayudan fortalecer el sistema inmune⁴¹, en particular de las personas adultas⁴². En este contexto, el consumo de AF ha incrementado significativamente durante la pandemia por COVID-19⁴³.

En una revisión sistemática realizada por Moscatelli et al.⁴⁴, destacan la importancia de la nutrición como parte primordial para prevenir y combatir el contagio de SARS-CoV-2; no obstante, sugieren el consumo de alimentos ricos en vitamina C (ej. cítricos, pimienta morrón y guayaba) para modular la respuesta inmune del huésped, al mejorar la función de las células T e incrementar la producción de inmunoglobulinas; además, de reducir el estrés oxidativo ocasionado por la enfermedad⁴⁵.

Asimismo, el consumo de alimentos ricos en vitamina D (ej. atún y salmón), ayudan reducir el riesgo de contraer enfermedades respiratorias, asociado con la modulación del sistema inmune, lo que, a su vez reduce la capacidad de replicación del virus⁴⁶. En un estudio *in silico* realizado por Adem et al.⁴⁷, reportan que el consumo de alimentos ricos en ácido cafeico y sus derivados (ej. apio, naranja, té verde, café y calabaza) pudiera ayudar a prevenir el contagio de la enfermedad. De acuerdo con los autores, los compuestos fenólicos poseen propiedades inmunomodulatorias que pueden inhibir la replicación del virus; además, de reducir la carga viral en el huésped. Lo anterior, atribuido a la presencia de grupos hidroxilo en su estructura y la formación de puentes de hidrógeno y otras interacciones con los residuos de aminoácidos de la proteína diana⁴⁸. Adicionalmente, se ha mencionado que otros polifenoles como el resveratrol tienen la capacidad de regular la enzima convertidora de angiotensina 2, la cual ha sido reportada como receptor funcional, necesario para la replicación del SARS-CoV-2 en el huésped⁴⁹, por lo que, el consumo de alimentos ricos resveratrol (ej. frutos secos, uva, arándanos, y chocolate oscuro) son una alternativa para estimular el sistema inmune.

Asimismo, se ha reportado que además de los pulmones, los intestinos suelen verse afectados durante la COVID-19 con sintomatología diarreica, por lo que, el consumo

de alimentos ricos en probióticos (ej. yogurt) es una alternativa para mejorar la función intestinal⁴¹. Asimismo, Rogero et al.⁵⁰ mencionan que el consumo de alimentos ricos en omega-3 (ej. pescado) puede ayudar a reducir la severidad de la enfermedad en pacientes infectados, así como, el tiempo de recuperación de los mismos, debido a las propiedades antiinflamatorias de estos compuestos. Cabe resaltar, que la mayoría de información relacionada con alimentos funcionales y COVID-19 son documentos de revisión, metaanálisis, estudios *in silico* o cartas al editor, en los cuales, con base en la evidencia científica su consumo se propone como alternativa para modular el sistema inmune de las personas, con impacto positivo en la prevención y tratamiento de la COVID-19^{43,47,50}.

Perspectivas

En la actualidad es habitual encontrar en supermercados la oferta de alimentos funcionales, cuyos efectos sobre la salud incrementan las expectativas sobre estos productos alimenticios por parte de profesionales de la salud, industria de alimentos y población en general. El desarrollo de alimentos funcionales provee posibilidades para mejorar la salud y calidad de vida de las personas. Sin embargo, es importante que la industria de alimentos evite etiquetar como funcional cualquier producto alimenticio sin antes validar científicamente los presumibles efectos benéficos a la salud. Por lo que, es necesario que exista comunicación entre la academia, industria de alimentos y organizaciones de salud correspondientes para validar, autenticar y garantizar el efecto benéfico atribuido al consumo de alimentos funcionales. Además, es indispensable hacer difusión sobre las propiedades, beneficios y posibles fraudes sobre el consumo de alimentos funcionales, con el fin de que los consumidores sean capaces de discernir sobre los mitos y realidades alrededor de estos productos alimenticios, lo que impactará en su capacidad de elección para incluirlos en su dieta.

Conclusiones

De acuerdo con la evidencia, los alimentos funcionales ofrecen efectos benéficos para la salud de los consumidores, lo cuales ayudan en la prevención y control de enfermedades crónicas no transmisibles, trastornos gastrointestinales, afecciones cognitivas o mentales y COVID-19, efecto asociado a la presencia de componentes funcionales.

Conflicto de intereses: Los autores declaran no tener ningún tipo de conflicto de intereses.

Referencias

- [1]. Granato D, Barba FJ, Bursac Kovačević D, Lorenzo JM, Cruz

- AG, Putnik P. Functional Foods: Product development, technological trends, efficacy testing, and safety. *Annu Rev Food Sci Technol*. 2020;11:93–118.
- [2]. Rozol C. Propiedades funcionales de los alimentos y su importancia en la salud. 2004; (37):88–96. Available from: <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1548&context=ruls>
- [3]. Hernández-Gracia JF, Pérez-Garza AM. Obesidad y desnutrición en México. *Bol cient Esc Super Atotonilco Tula*. 2020;7(13):16–8.
- [4]. Meléndez-Sosa, MF., García-Barrales, Andrea M., Ventura-García NA. Perspectivas e impacto en la salud del consumo de los alimentos funcionales y nutraceuticos en México. *Rev RD-ICUAP*. 2020;6(16):114–36.
- [5]. Trescastro-López EM, Bernabeu-Mestre J. Functional foods: Necessity or luxury? *Rev Esp Nutr Humana y Diet*. 2015;19(1):1–3.
- [6]. Cámpora MC. Alimentos funcionales: Tecnología que hace la diferencia. *Rev Investig Agropecu*. 2016;42(2):131–7.
- [7]. Villamil RA, Robelto GE, Mendoza MC, Guzmán MP, Cortés LY, Méndez CA, Giha, V. Development and health implications of functional dairy food products: A review. *Rev Chil Nutr*. 2020;47(6):1018–28.
- [8]. Beniwal RS, Arena VC, Thomas L, Narla S, Imperiale TF, Chaudhry RA, Ahmad UA. A randomized trial of yogurt for prevention of antibiotic-associated diarrhea. *Dig Dis Sci*. 2003;48(10):2077–2082.
- [9]. Kuriyama S, Hozawa A, Ohmori K, Shimazu T, Matsui T, Ebihara S, Awata S, Nagatomi R, Arai H, Tsuji I. Green tea consumption and cognitive function: A cross-sectional study from the Tsurugaya Project I. *Am J Clin Nutr*. 2006;83(2):355–61
- [10]. Mazza M, Capuano A, Bria P, Mazza S. *Ginkgo biloba* and donepezil: A comparison in the treatment of Alzheimer's dementia in a randomized placebo-controlled double-blind study. *Eur J Neurol*. 2006;13(9):981–5.
- [11]. Alexander Haslberger G, Jacob U, Hippe B, Karlic H. Mechanisms of selected functional foods against viral infections with a view on COVID-19: Mini review. *Funct Foods Heal Dis*. 2020;10(4):195–209.
- [12]. Miranda-Villa, PP., Sierra-Murillo DM. Evaluación de la actividad antioxidante de extractos grasos del balú (*Erythrina edulis*) sobre dos matrices alimenticias. *Rev Investig Uniagraria*. 2013;1(1):35–45.
- [13]. Ashwell M. Conceptos sobre los alimentos funcionales [Internet]. ILSI Europe concise Monograph series. 2004. 40 p. Available from: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-468929>
- [14]. Ohama H, Ikeda H, Moriyama H. Health foods and foods with health claims in Japan [Internet]. Third Edit. Nutraceutical and Functional Food Regulations in the United States and around the World. Elsevier Inc.; 2019. 345–376 p.
- [15]. Valenzuela BA, Sanhueza J, Valenzuela R, Morales IG. Alimentos funcionales, nutraceuticos y FOSHU: ¿vamos hacia un nuevo concepto de alimentación? *Rev Chil Nutr*. 2014;41(2):198–204.
- [16]. Jáuregui-Lobera I, Jesús M, López O. Información no es conocimiento: a propósito de los alimentos funcionales. *Jonnpr [Internet]*. 2018;3(8):593–613.
- [17]. Hernández-Maldonado, LM., Martínez-Moreno, OG., Martínez-Olivo, AO., Razura-Carmona, FF., Sáyo-Ayerdi SG. Alimentos funcionales en México: Situación actual y perspectiva. *UTCJ Theorema Revista Científica*. 2017;62–7.
- [18]. Rojas-Rivas E, Espinoza-Ortega A, Thomé-Ortiz H, Moctezuma-Pérez S. Consumers' perception of amaranth in Mexico: A traditional food with characteristics of functional foods. *Br Food J*. 2019;121(6):1190–202.
- [19]. Olagnero G, Abad A, Bendersky S, Genevois C, Granzella L, Montonati M. Alimentos funcionales: fibra, prebióticos, probióticos y simbióticos. *Dieta*. 2007;25(121):20–33.
- [20]. Drago M, López M, Sainz T. Componentes bioactivos de alimentos funcionales de origen vegetal. *Rev Mex Ciencias Farm*. 2006;37(4):58–68.
- [21]. Olagnero, G., Marcenado, J., Irei V. Alimentos funcionales: compuestos de naturaleza lipídica. *DIAETA*. 2014;25(120):31–42.
- [22]. Serra Valdés MÄ. Chronic Non-Communicable Diseases in the International Convention Cuba-Health 2015. *Finlay*. 2015;5(2):86–8.
- [23]. Díaz-López A, Bulló M, Martínez-González MA, Corella D, Estruch R, Fitó M, Gómez E, Fiol M, García FJ, Ros E, Babio N, Serra L, Pintó X, Muñoz MA, Francés F, Buil-Cosiales P, Salas-Salvado J. Dairy product consumption and risk of type 2 diabetes in an elderly Spanish Mediterranean population at high cardiovascular risk. *Eur J Nutr [Internet]*. 2016;55(1):349–60.
- [24]. Moslehi N, Shab-Bidar S, Mirmiran P, Sadeghi M, Azizi F. Associations between dairy products consumption and risk of type 2 diabetes: Tehran lipid and glucose study. *Int J Food Sci Nutr*. 2015;66(6):692–699.
- [25]. Liu CY, Huang CJ, Huang LH, Chen IJ, Chiu JP, Hsu CH. Effects of green tea extract on insulin resistance and glucagon-like peptide 1 in patients with type 2 diabetes and lipid abnormalities: A randomized, double-blinded, and placebo-controlled trial. *PLoS One*. 2014;9(3):1–9.
- [26]. Abellán-Ruiz MS, Barnuevo-Espinoza MD, García-Santamaría CG, Conteras-Fernández CJ, Aldegue-García M, Soto-Méndez F, Guillpen-Guillén I, Luque-Rubia AJ, Quinde-Rázuri FJ, Martínez-Gariido A, López-Roman FJ. Efecto del consumo de quinua (*Chenopodium quinoa*) como coadyuvante en la intervención nutricional en sujetos prediabéticos. *Nutr Hosp*. 2017;34(5):1163–9.
- [27]. Ebrahimzadeh AV, Ostadrahimi A, Asghariafarabadi M, Mehralizadeh S, Mahluji S. Changes of serum adipocytokines and body weight following *Zingiber officinale* supplementation in obese women: a RCT. *Eur J Nutr*. 2016;55(6):2129–2136.
- [28]. Fernandes RC, Araújo VA, Giglio BM, Marini ACB, Mota JF, Teixeira KISS, Monteiro PA, Lira FS, Pimentel GD. Acute epigallocatechin 3 gallate (EGCG) supplementation delays gastric emptying in healthy women: A randomized, double-blind, placebo-controlled crossover study. *Nutrients*. 2018;10(8).

- [29]. Daiber A, Chlopicki S. Revisiting pharmacology of oxidative stress and endothelial dysfunction in cardiovascular disease: Evidence for redox-based therapies. *Free Radic Biol Med* [Internet]. 2020;157(September):15–37.
- [30]. Basu A, Du M, Wilkinson M, Simmons B, Wu M, Betts NM, Fu DX, Lyons TJ. Strawberries decrease atherosclerotic markers in subjects with metabolic syndrome. *Nutr Res.* 2010;30(7):462–469.
- [31]. Rosenblat M, Hayek T, Aviram M. Anti-oxidative effects of pomegranate juice (PJ) consumption by diabetic patients on serum and on macrophages. *Atherosclerosis.* 2006;187(2):363–371.
- [32]. Drouin-Chartier JP, Gigleux I, Tremblay AJ, Poirier L, Lamarche B, Couture P. Impact of dairy consumption on essential hypertension: A clinical study. *Nutr J.* 2014;13(1):1–9.
- [33]. Vuksan, V., Whitham, D., Sievenpiper, J. L., Jenkins, A. L., Rogovik, A. L., Bazinet, R. P., Vidgen, E., Hanna A. Supplementation of conventional therapy with the novel grain salba (*Salvia hispanica* L.) improves major and emerging cardiovascular risk factors in results of a randomized controlled trial. *Diabetes Care.* 2007;30(11):2804–10.
- [34]. Pashapour N, Iou SG. Evaluation of yogurt effect on acute diarrhea in 6-24-month-old hospitalized infants. *Turk J Pediatr.* 2006;48(2):115–118.
- [35]. Wix RJ, Barrios AC, Gutiérrez JE, Remanton M. Efecto del depura sobre la colitis experimental en ratas. *Salus.* 2002;6(3):18–21.
- [36]. Roberts LM, McCahon D, Holder R, Wilson S, Hobbs R. A randomised controlled trial of a probiotic 'functional food' in the management of irritable bowel syndrome. *BMC Gastroenterol.* 2013;13(45):1037–1039.
- [37]. Román MM, Valencia GF. Evaluación biológica de galletas con fibra de cereales como alimento funcional. *Vitae.* 2006;(53):36–43.
- [38]. Martínez-García, RM, Jiménez-Ortega, AI, López-Solaber, AM, Ortega RM. Estrategias nutricionales que mejoran la función cognitiva. *Nutr Hosp.* 2018;6(1):16–19.
- [39]. Bookheimer SY, Renner BA, Ekstrom A, Li Z, Henning SM, Brown JA, Jones M, Moody T, Small GW. Pomegranate juice augments memory and fMRI activity in middle-aged and older adults with mild memory complaints. *Evid Based Complement Alternat Med.* 2013;946298:1–14.
- [40]. Samieri C, Morris MC, Bennett DA, Berr C, Amouyel P, Dartigues JF, Tzourio C, Chasman DI, Grodstein F. Fish intake, genetic predisposition to Alzheimer disease, and decline in global cognition and memory in 5 cohorts of older persons. *Am J Epidemiol.* 2018;187(5):933–40.
- [41]. Abhimanyu Thakur H, Thakur NS. Role of functional foods in Covid-19 pandemic: A review. *Ann Phytomed.* 2021;(10):S240–S250.
- [42]. Martirosyan D. The emerging potential of functional foods in viral disease prevention. *Bioact Compd Heal Dis.* 2020;3(6):95–99.
- [43]. Kamarli H, Karacil MS, Seremet N. Evaluation of dietary supplement, functional food and herbal medicine use by dietitians during the COVID-19 pandemic. *Public Health Nutr.* 2021;24(5):861–869.
- [44]. Moscatelli F, Sessa F, Valenzano A, Polito R, Monda V, Cibelli G, Villano I, Pisanelli D, Perrella M, Daniele A, Monda M, Messina G, Messina A. Covid-19: Role of nutrition and supplementation. *Nutrients.* 2021;13(3):1–12.
- [45]. Hamid H, Thakur A, Thakur NS. Role of functional food components in COVID-19 pandemic: A review. *Ann Phytomedicine An Int J.* 2021;10:S4-S12.
- [46]. Matteo G Di, Spano M, Grosso M, Salvo A, Ingallina C, Russo M, Ritieni A, Mannina L. Food and COVID-19: Preventive/co-therapeutic strategies explored by current clinical trials and in silico studies. *Foods.* 2020;9(8):1036.
- [47]. Adem Ş, Eyupoglu V, Sarfraz I, Rasul A, Zahoor AF, Ali M, Abdalla M, Ibrahim IM, Elfiky A. Caffeic acid derivatives (CAFDs) as inhibitors of SARS-CoV-2: CAFDs-based functional foods as a potential alternative approach to combat COVID-19. *Phytomed.* 2021;85: 153310.
- [48]. Chojnacka K, Witek-Krowiak A, Skrzypczak D, Mikula K, Mlynarz P. Phytochemicals containing biologically active polyphenols as an effective agent against Covid-19-inducing coronavirus. *J Funct Foods.* 2020;73:104146.
- [49]. Lange KW. Food science and COVID-19. *Food Sci Hum Wellness.* 2021;10(1):1–5.
- [50]. Rogero MM, Leão MC, Santana TM, Pimentel MV d. MB, Carlini GCG, da Silveira TFF, Goncalves RC, Castro IA. Potential benefits and risks of omega-3 fatty acids supplementation to patients with COVID-19. *Free Radic Biol Med.* 2020;156:190–199.