

Tlamati Sabiduría



Alimentos con potencial funcional en la prevención de obesidad, diabetes e hipertensión en la dieta mexicana: una revisión sistemática

Ana Isabel Alfaro-Figueroa¹
Javier Jiménez-Hernández¹
Ricardo Salazar-López²
Yanik Ixchel Maldonado-Astudillo^{1*}

¹Facultad de Ciencias Químico Biológicas, Universidad Autónoma de Guerrero, Av. Lázaro Cárdenas s/n, Ciudad Universitaria Sur, Col. La Haciendita, C.P. 39070, Chilpancingo de los Bravo, Guerrero, México.

²CONACyT - Universidad Autónoma de Guerrero, Av. Lázaro Cárdenas s/n, Ciudad Universitaria Sur, Col. La Haciendita, C.P. 39070, Chilpancingo de los Bravo, Guerrero, México

*Autor de correspondencia
yimaldonado@uagro.mx

Resumen

El estilo de vida saludable promueve un estado de bienestar, siendo la alimentación balanceada el principal factor que contribuye a un estado saludable y disminuye la incidencia de problemas de sobrepeso, obesidad y sus implicaciones. Los alimentos funcionales son aquellos que, además de sus propiedades nutricionales, contienen bioactivos que promueven la salud del consumidor. El objetivo de este trabajo fue identificar alimentos de la dieta mexicana con potencial funcional relacionados con la prevención de la obesidad, diabetes e hipertensión. Se realizó una revisión sistemática exploratoria de acuerdo con las directrices PRISMA 2020 para responder la pregunta ¿cuáles son los alimentos funcionales con potencial para prevenir la obesidad, diabetes e hipertensión en la dieta mexicana? La búsqueda se realizó durante mayo de 2022 en Pubmed, Redalyc, Scopus y SciELO utilizando descriptores y operadores booleanos. La búsqueda generó

Información del Artículo

Cómo citar el artículo:

Alfaro-Figueroa A. I., Jiménez-Hernández J., Salazar-López L., Maldonado-Astudillo Y. I. (2023). Alimentos con potencial funcional en la prevención de obesidad, diabetes e hipertensión en la dieta mexicana: una revisión sistemática. *Tlamati Sabiduría*, 15, 90-103.

Editores Invitados: Dr. Carlos Ortuño-Pineda; Dra. Mayrut Osdely Urióstegui-Acosta

Recibido en la versión aceptada por los editores invitados: 19 de marzo 2023; Publicado: 26 de septiembre 2023



352 referencias, de las cuales se incluyeron 22 estudios en la discusión. Los principales compuestos bioactivos identificados fueron antioxidantes, principalmente compuestos polifenólicos como los probióticos y algunos prebióticos como fibras. Se concluye que los principales alimentos de la dieta mexicana con potencial para la prevención o tratamiento de enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT) como la obesidad, diabetes e hipertensión son las frutas, verduras, leguminosas secas, raíces y tubérculos, hongos, nueces y semillas, productos de origen animal y acuático, lácteos fermentados, bebidas tradicionales fermentadas no alcohólicas e infusiones. La Encuesta Nacional sobre Salud y Nutrición en México recomienda el consumo de algunos de estos alimentos por sus propiedades nutricionales, pero no considera sus propiedades funcionales, además de que excluye diversos productos endémicos, autóctonos y de consumo tradicional en la dieta regional de los mexicanos.

Palabras clave: ECNT, Alimentos funcionales, Alimentos tradicionales mexicanos

Abstract

A healthy lifestyle promotes a state of well-being, being a balanced diet the main factor that contributes to a healthy state and decreases the incidence of overweight and obesity problems and their implications. Functional foods are those that, in addition to their nutritional properties, contain bioactives that promote consumer health. The objective of this work was to identify food in the Mexican diet with functional potential related to the prevention of obesity, diabetes and hypertension. An exploratory systematic review was conducted in accordance with PRISMA 2020 guidelines to answer the question: what are the functional foods with potential to prevent obesity, diabetes and hypertension in the Mexican diet? The search was conducted during May 2022 in Pubmed, Redalyc, Scopus and SciELO using descriptors and Boolean operators. The search generated 352 references, of which, 22 studies were included in the discussion. The main bioactive compounds identified were antioxidants, mainly polyphenolic compounds such as flavonoids, phenolic acids and carotenoids. Also, probiotic microorganisms and some prebiotics such as fibers were identified. It is concluded that the main foods in the Mexican diet with potential for the prevention or treatment of chronic non-communicable diseases (NCDs) such as obesity, diabetes and hypertension are fruits, vegetables, dried legumes, roots and tubers, mushrooms, nuts and seeds, animal and aquatic products, fermented dairy products, traditional fermented non-alcoholic beverages and infusions. The National Survey on Health and Nutrition in México recommends the consumption of some these foods for their nutritional properties but does not consider their functional properties, in addition to excluding several endemic, autochthonous and traditionally consumed products in the regional diet of Mexicans.

Keywords. NCDs, Functional foods, Traditional Mexican Food

Introducción

La alimentación se ha considerado como un factor que influye en la promoción y mantenimiento de la salud (Mariño *et al.*, 2016), es por ello que un estilo de vida en el cual se adquieran hábitos poco saludables puede inducir al desarrollo de sobrepeso y obesidad, considerados como los principales factores de

riesgo de enfermedades crónicas no trasmisibles (ECNT) (Liu, 2013; Ravasco *et al.*, 2011). México ocupa los primeros lugares a nivel mundial en estos padecimientos con el 75.2 % de la población total (Levy *et al.*, 2020) y el sexto lugar a nivel mundial en casos de diabetes, con un total de 12.8 millones de casos en la población mayor de edad (IDF, 2019). De acuerdo con la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2020

sobre COVID-19, los grupos de edad más vulnerables en estos padecimientos son los niños y adolescentes, en los que la prevalencia nacional de sobrepeso y obesidad en infantes de 5 a 11 años fue de 19 %, mientras que en la población de 12 a 19 años este valor incrementó a 26.8 % con mayor prevalencia de obesidad en comunidades urbanas (Shamah-Levy *et al.*, 2021).

Estas etapas son cruciales en la prevención de las ECNT, pues es donde se desarrollan hábitos que, en muchos casos, serán conservados a lo largo de la vida, entre ellos el consumo excesivo de alimentos y bebidas con alta densidad energética, grasas y azúcares (Aburto *et al.*, 2016), la falta de actividad física (Pietiläinen *et al.*, 2008), el uso prolongado de dispositivos móviles (Ozdalga *et al.*, 2012) o el abuso de sustancias psicoactivas como el alcohol y el tabaco (Gómez-Cruz *et al.*, 2017) que se verán reflejados en el aumento o disminución del índice de masa corporal (IMC). Estos factores de riesgo podrían conducir al desarrollo de trastornos de conducta alimentaria (TCA) (Martínez-González *et al.*, 2014), así como de enfermedades gastrointestinales, cardiovasculares y ciertos tipos de cáncer como el de colon y de mama (Navarro-Cruz *et al.*, 2017). Es en este contexto que el consumo de alimentos funcionales y otros compuestos bioactivos cobra relevancia.

Los alimentos funcionales se han definido como alimentos que tienen beneficios científicamente probados para mejorar la salud general (Liufu y Martirosyan, 2020). Más allá de las funciones nutricionales básicas, han demostrado que pueden mantener la salud intestinal, regular el sistema inmunológico, reducir el riesgo de obesidad, diabetes, enfermedades cardiovasculares (ECV) y de cáncer (Chen *et al.*, 2011; Fang *et al.*, 2018; Hachimura *et al.*, 2018; Navarro-Cruz *et al.*, 2017; Sebastián-Domingo, 2017; Wang *et al.*, 2007). Estos alimentos son una alternativa preventiva para minimizar estos factores de riesgo, pues proporcionan al cuerpo la cantidad necesaria de compuestos bioactivos, entre ellos la fibra, antioxidantes, flavonoides, probióticos, prebióticos, vitaminas, minerales, ácidos grasos, carotenoides, entre otros (Ashaolu, 2019), que podrían influir positivamente en la salud de los individuos que los consumen. Por ello, el objetivo

de este trabajo fue identificar los principales alimentos con potencial funcional relacionados con la prevención de la obesidad, diabetes e hipertensión disponibles en la dieta mexicana.

Diseño Metodológico

Se realizó una revisión sistemática exploratoria de acuerdo con las directrices PRISMA 2020 (Page *et al.*, 2021), con base en la siguiente pregunta estructurada en formato PICO (del inglés *Patient, Intervention, Comparison, Outcome*): ¿Cuáles son los alimentos funcionales con potencial para prevenir la obesidad, diabetes e hipertensión en la dieta mexicana?

La búsqueda se realizó durante el mes de mayo de 2022 en bases de datos electrónicas relevantes en investigación: Pubmed, Redalyc, Scopus y SciELO. La estrategia de búsqueda fue la misma en todas las bases de datos, todas las variables fueron buscadas en idioma inglés y se utilizaron los descriptores y operadores booleanos descritos en la Tabla 1.

Variable 1	Variable 2	Variable 3
Functional food	Obesity	Mexic
OR	OR	
Functional ingredient	AND Diabetes	AND
OR	OR	
Fermented food	Hypertension	
OR		
*biotic		
OR		
Antioxidant		

Tabla 1. Estrategia de búsqueda utilizada. AND y OR son operadores booleanos de búsqueda. (*) Operador de truncamiento. Todas las variables fueron utilizadas en inglés.

Criterios de selección

La inclusión de artículos consideró los siguientes criterios: (1) Estudios cuali y cuantitativos, estudios observacionales y descriptivos, (2) artículos científicos o de revisión y (3) artículos publicados en inglés y español con una antigüedad no mayor a 5 años. Para este fin se consideraron alimentos de la dieta mexicana aquellos identificados por [Valerino-Perea et al. \(2019\)](#), así como los pertenecientes a estudios realizados en México con accesiones locales.

Los criterios de exclusión aplicados fueron: (1) Artículos que no dieran respuesta a la pregunta PICO por medio del título y resumen, (2) artículos señalados como poco legibles manualmente y (3) alimentos o productos que sean de difícil acceso para la población mexicana.

Se realizó la búsqueda y extracción de artículos según los criterios previamente descritos y posteriormente se seleccionaron mediante las fases del diagrama de flujo- PRISMA (versión 2020).

Resultados

El proceso de selección de artículos generó 352 referencias (Figura 1), de las cuales se excluyeron 23 artículos por duplicidad, mientras que 255 estudios se excluyeron debido a que el título o resumen planteaban aspectos que no se relacionaban directamente con el tópico de esta revisión y 31 estudios no pudieron ser recuperados en el proceso. Este procedimiento dio lugar a 43 documentos potencialmente relevantes, de los cuales se excluyeron 21 por su poca legibilidad o porque incorporaban alimentos de difícil acceso para la población mexicana. Finalmente se incluyeron y analizaron 22 estudios (Tabla 2) en la discusión, principalmente de PubMed, Redalyc y Scopus.

Los principales compuestos bioactivos identificados fueron los antioxidantes (Tabla 3), entre los cuales destacan los compuestos polifenólicos como los flavonoides y los ácidos fenólicos, así como los carotenoides. Asimismo, se identificaron microorganismos probióticos y algunos prebióticos como fibras. Las principales fuentes de estos bioactivos son las frutas y

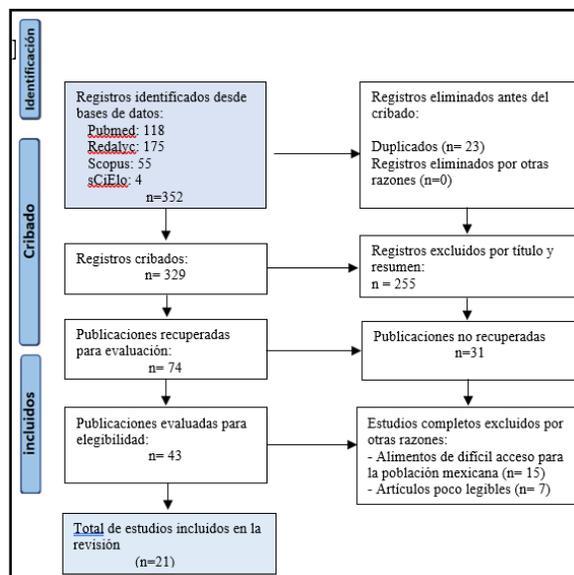


Figura 1. Diagrama de flujo PRISMA (versión 2020) que muestra el proceso de selección de la presente revisión.

vegetales, pero también se identificaron hongos, productos lácteos fermentados y pescados

Discusión

Los compuestos bioactivos presentes en los alimentos han demostrado un alto potencial para prevenir el desarrollo de diversas enfermedades. Los principales alimentos ricos en compuestos fenólicos son las frutas, como las fresas ([Oviedo-Solís et al., 2018](#)), naranjas y tejocotes ([Cervantes-Paz et al., 2018](#)), verduras, cereales integrales, café, ajo y té verde ([Alagawany et al., 2020](#)). La Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2020 sobre COVID-19 ([Shamah-Levy et al., 2021](#)) clasifica a los alimentos y bebidas de acuerdo con sus características nutricionales y su relevancia para la salud. Entre los alimentos recomendados se encuentran las frutas, verduras, leguminosas, huevo, carne no procesada, lácteos, nueces y semillas y agua sola (Tabla 4); sin embargo, se excluye de este listado a muchos alimentos autóctonos, endémicos y de consumo tradicional en la gastronomía mexicana como las variedades criollas o silvestres de frutas y

Autor	Título	Revista	Base de datos
Kababie-Ameo <i>et al.</i> (2022)	Potential applications of cocoa (<i>Theobroma cacao</i>) on diabetic neuropathy: mini-review.	Front Biosci	Pubmed
Pérez-Torres <i>et al.</i> (2021)	Oxidative Stress, Plant Natural Antioxidants, and Obesity.	Int J Mol Sci	Pubmed
Escalante-Araiza y Gutiérrez-Salmeán (2021)	Traditional Mexican foods as functional agents in the treatment of cardiometabolic risk factors.	Crit Rev Food Sci Nutr	Pubmed
Uuh-Narvaez y Segura-Campos (2021)	Cabbage (<i>Brassica oleracea</i> var. capitata): A food with functional properties aimed to type 2 diabetes prevention and management.	J Food Sci	Pubmed
Zepeda-Hernández <i>et al.</i> (2021)	Probiotics, prebiotics, and synbiotics added to dairy products: Uses and applications to manage type 2 diabetes.	Food Res Int	Pubmed
Das <i>et al.</i> (2021)	<i>Cordyceps spp.</i> : A Review on Its Immune-Stimulatory and Other Biological Potentials.	Front Pharmacol	Pubmed
Villa-Rivera y Ochoa-Alejo (2020)	Chili Pepper Carotenoids: Nutraceutical Properties and Mechanisms of Action.	Molecules	Pubmed
Moreno-Valdespino <i>et al.</i> (2020)	Bioactive proteins and phytochemicals from legumes: Mechanisms of action preventing obesity and type-2 diabetes.	Food Res Int	Pubmed
Calderón <i>et al.</i> (2020)	Consumption of cooked common beans or saponins could reduce the risk of diabetic complications.	Diabetes Metab Syndr Obes	Pubmed
Gómez-Maqueo <i>et al.</i> (2020)	Phenolic Compounds in Mesoamerican Fruits—Characterization, Health Potential and Processing with Innovative Technologies.	Int J Mol Sci	Redalyc
Yanowsky Escatell <i>et al.</i> (2020)	The role of dietary antioxidants on oxidative stress in diabetic nephropathy.	Iran J Kidney Dis	Redalyc
Alagawany <i>et al.</i> (2020)	Nutritional applications and beneficial health applications of green tea and l-theanine in some animal species: A review.	J Anim Physiol Anim Nutr	Redalyc
Sánchez-Gloria <i>et al.</i> (2020)	Nutraceuticals in the Treatment of Pulmonary Arterial Hypertension	Int J Mol Sci	Redalyc

Oviedo-Solís <i>et al.</i> (2018)	Los polifenoles de la fresa disminuyen el estrés oxidativo en enfermedades crónicas.	Gac Med Mex	Redalyc
Santos-Díaz <i>et al.</i> (2017)	<i>Opuntia spp.</i> : Characterization and Benefits in Chronic Diseases.	Oxid Med Cell Longev.	Redalyc
Cervantes-Paz <i>et al.</i> (2018)	Compuestos fenólicos de tejocote (<i>Crataegus spp.</i>): su actividad biológica asociada a la protección de la salud humana.	Revista Fitotecnia Mexicana	Redalyc
Vidal <i>et al.</i> (2018)	Propiedades nutrimentales del camote (<i>Ipomoea batatas L.</i>) y sus beneficios en la salud humana.	Rev Iber de Tec Postcosecha	Scopus
Ariza-Flores <i>et al.</i> (2017)	Características bioquímicas y calidad nutracéutica de cinco variedades de jamaica cultivadas en México.	Rev Mex Ciencias Agr	Scopus
Milán-Carrillo <i>et al.</i> (2017)	Bebida funcional con potencial antidiabético y antihipertensivo elaborada con maíz azul y frijol negro bioprocesados.	Revista Fitotecnia Mexicana	Scopus
Carrera-Lanestosa <i>et al.</i> (2017)	Stevia rebaudiana Bertoni: A Natural Alternative for Treating Diseases Associated with Metabolic Syndrome.	J Med Food	Scopus
Kriss <i>et al.</i> (2018)	Yogurt consumption during pregnancy and preterm delivery in Mexican women: A prospective analysis of interaction with maternal overweight status.	Maternal and Child Nutrition	Scopus

Tabla 2. Descripción de los estudios incluidos en la presente revisión sistemática exploratoria.

Autor	Compuesto bioactivo	Alimento	Indicador de salud
Kababie-Ameo <i>et al.</i> (2022)	Flavonoides, incluyendo flavanoles como la catequina y la epicatequina	Cacao (<i>Theobroma cacao</i>)	Neuropatía diabética
Pérez-Torres <i>et al.</i> (2021)	Polifenoles, flavonoides, carotenoides, isoflavonas y vitaminas	Frutas, verduras, legumbres y mariscos	Obesidad
Escalante-Araiza, Gutiérrez-Salmeán (2021)	Fibras, polifenoles, flavonoides, carotenoides, prebióticos, antocianinas y vitaminas	Frijol, maíz, nopal, aguacate, chíá, chile, tuna y cacao	Riesgo cardiometabólico
Uuh-Narvaez, Segura-Campos (2021)	Vitaminas (C, K y A), fibra, compuestos fenólicos, flavonoides y antocianinas	Col (<i>Brassica oleracea</i> var. capitata)	Diabetes mellitus tipo 2
Zepeda-Hernández <i>et al.</i> (2021)	Probióticos, prebióticos y simbióticos. <i>L. rhamnosus</i> GG, <i>L. acidophilus</i> , <i>B. lactis</i> , <i>B. bifidum</i> y <i>B. longum</i>	Lácteos fermentados (yogurt, leche fermentada y queso)	Diabetes tipo 2
Das <i>et al.</i> (2021)	Flavonoides y compuestos fenólicos	Hongo <i>Cordyceps</i> spp.	Potencial inmunoestimulante

Villa-Rivera, Ochoa-Alejo (2020)	Carotenoides (β -caroteno, zeaxantina y capsantina)	Chile	Obesidad
Moreno-Valdespino <i>et al.</i> (2020)	Compuestos fenólicos, flavonoides, antocianinas, carotenoides y saponinas	Leguminosas (Frijol, lenteja, soja, guisantes y garbanzos)	Obesidad y diabetes tipo 2
Calderón <i>et al.</i> (2020)	Saponinas	Frijoles	Complicaciones diabéticas
Gómez-Maqueo <i>et al.</i> (2020)	Flavonoides, ácidos fenólicos, taninos, ligninas y estilbenoides	Frutas y variedades de Chile	Obesidad y síndrome metabólico
Yanowsky-Escatell <i>et al.</i> (2020)	Resveratrol, curcumina, catequinas y coenzima Q	Uvas, soya, carne, el pescado, los frutos secos y aceites	Nefropatía diabética
Alagawany <i>et al.</i> (2020)	Polifenoles y flavonoides	Té verde (<i>Camellia sinensis</i>)	Enfermedades hepáticas y cardíacas
Sánchez-Gloria <i>et al.</i> (2020)	Flavonoides (flavonas e isoflavonas) y quercetina	Soja, naranjas, tomates, cebollas etc.	Hipertensión arterial pulmonar
Oviedo-Solís <i>et al.</i> (2018)	Antocianinas, flavonoles y vitaminas	Fresas	Enfermedades crónicas
Santos-Díaz <i>et al.</i> (2017)	Flavonoides, catequina y quercetina	Nopal (<i>Opuntia</i> spp.)	Enfermedades crónicas
Cervantes-Paz <i>et al.</i> (2018)	Flavonoides como flavonoles, flavonas y procianidinas	Tejocote (<i>Crataegus</i> spp.)	Enfermedades cardiovasculares
Vidal <i>et al.</i> (2018)	Fibra y vitaminas	Camote (<i>Ipomoea batatas</i> L.)	Enfermedades cardiovasculares
Ariza-Flores <i>et al.</i> (2017)	Taninos, flavonoides, antocianinas y fenoles	Jamaica (<i>Hibiscus</i>)	Potencial antioxidante
Milán-Carrillo <i>et al.</i> (2017)	Antocianinas, fibra soluble y compuestos fenólicos	Maíz y frijol	Potencial antihipertensivo y antidiabético
Carrera-Lanestosa <i>et al.</i> (2017)	Terpenos, taninos, vitaminas, carotenos y flavonoides	<i>Stevia rebaudiana</i> Bertoni	Síndrome metabólico
Kriss <i>et al.</i> (2018)	Probióticos	Yogurt	Sobrepeso materno

Tabla 3. Alimentos y compuestos bioactivos e indicador de salud con el cual está relacionados su efecto funcional.

verduras, los insectos comestibles, alimentos y bebidas fermentadas, entre otros, cuyo consumo se está desplazado de manera alarmante por la inclusión de alimentos exógenos, particularmente en las comunidades rurales, donde el consumo de alimentos procesados, comida rápida y bebidas azucaradas son equiparables a los observados en las zonas urbanas, lo que tiene implicaciones graves no solo en la riqueza biocultural del país, sino también en la salud de la población (Shamah-Levy *et al.*, 2021; García-Vázquez *et al.*, 2022).

Dentro de los alimentos de mayor consumo en México se encuentran el maíz y el frijol, que constituyen gran parte de la gastronomía y cultura del país. En las variedades de maíz pigmentado se

han reportado contenido de ácidos fenólicos, antocianinas y carotenoides (Gaxiola-Cuevas *et al.*, 2017), en la variedad de maíz azul, por ejemplo, se encuentran compuestos fenólicos, antocianinas y fibras solubles (Milán-Carrillo *et al.*, 2017), mientras que en el maíz negro tiene efecto antioxidante y antiproliferativo contra líneas celulares de cáncer de mama (Maldonado-Astudillo *et al.*, 2021). En el frijol se ha identificado un alto contenido de saponinas; que podrían reducir el riesgo de complicaciones diabéticas (Calderón *et al.*, 2020) y de otros ingredientes funcionales, entre ellos fibras, fenoles, antocianinas, taninos y flavonoides. Escalante-Araiza y Gutiérrez-Salmeán (2021)

Grupo de alimento	Alimento recomendado*	Otros alimentos**
Frutas	Durazno/melocotón, fresa, guayaba, limón, mango, manzana, pera, melón, sandía, naranja, mandarina, papaya, piña, plátano, toronja, uvas, pepino	Ciruela mexicana, anonáceas (guanábana, ilama, entre otras), zapotáceas (zapote negro, mamey, chicozapote, entre otras), tuna y xoconostle, piñuela, arándanos y otras bayas, nanche, tejocote, capulín, pitahaya, granada, tamarindo
Verduras	Aguacate, brócoli, coliflor, calabacita, cebolla, chayote, chile poblano, chile seco, col, ejotes, elote, jitomate, lechuga, nopales, chicharo y hojas verdes (acelgas, espinacas y quelites)	Betabel, chiles criollos, hierbas aromáticas, guaje, chaya, vainilla, chilacayote, sábila
Leguminosas secas	Frijoles, lenteja, garbanzo, haba y alubia	Frijoles criollos, maíces pigmentados, soja
Raíces y tubérculos	Jícama y zanahoria	Jengibre, camotes, yuca, tubérculos silvestres autóctonos como el chinchayote y pochote
Hongos	Champiñones	Setas, huitlacoche y otros agaricales (portobello, cremini), hongos silvestres comestibles
Nueces y semillas	Nuez, almendra, avellana, cacahuete, semilla de calabaza (pepita) o de girasol, pistache, piñón, etc.	Cacao, amaranto (fresco o seco), chía
Productos de origen animal y marino	Huevo, carne de puerco, res y pollo. Pescados (atún, sardina, charales y bacalao) y mariscos (camarón, ostión, etc.)	Carnes fermentadas, salmón y trucha. Insectos comestibles (chapulín, jumil, escarabajos, escamoles, gusanos, etc.). Algas marinas.
Lácteos	Leche, quesos (fresco o cottage, panela, chihuahua, manchego, gouda, etc.), yogurt de vaso (natural, light y con fruta)	Yogurt natural, kéfir o búlgaros, leche fermentada, quesos fermentados o adicionados con cepas probióticas
Bebidas***	- -	Jamaica (infusión y residuos), té verde, café, kombucha, tepache, pulque, tuba, colonche, xocoatole y otras bebidas fermentadas no alcohólicas

Tabla 4. Alimentos recomendados en la dieta mexicana por sus características nutricionales y potencial funcional.

reportan verduras como aguacate, chile y semillas de chía que contienen también estos ingredientes, además de prebióticos, β - carotenos, luteína y vitaminas como agentes funcionales para mejorar el estado metabólico en fenotipos de riesgo cardiometabólico.

Los flavonoides son el grupo más grande de los compuestos fenólicos, entre los que destacan las antocianinas (delfinidina-glucósido y cianidina-glucósido), estas se encuentran mayormente en

leguminosas como frijol, lenteja, soja, guisantes, habas y garbanzos, junto con otros componentes bioactivos podrían reducir el riesgo de desarrollar ENT, como la obesidad y la diabetes tipo 2 (Moreno-Valdespino *et al.*, 2020). La jamaica es una flor originaria de África pero ampliamente consumida en México, donde la infusión de sus cálices deshidratados forma parte de la cultura popular y sus tradiciones, además de ser reconocida por su alto aporte de antocianinas; sin embargo, el proceso de secado puede afectar significativamente su concentración (Maldonado-Astudillo *et al.*, 2019), además de que su bioaccesibilidad se puede ver limitada por la interacción de estos compuestos con la fibra del cáliz, por lo que se sugiere consumir no solo la infusión, sino también los residuos de la decocción como fuente de compuestos bioactivos como ácido gálico, cafeico y clorogénico y de fibra dietaria (Mercado-Mercado *et al.*, 2015).

Otros productos de amplio consumo y tradición en la dieta mexicana son el tomate o jitomate, el cual posee un alto contenido de licopeno; el chile mexicano (*Capsicum annuum* L.), del que se conocen más de 20 morfotipos cultivados y que es rico en carotenoides, flavonoides y sobre todo capsaicinoides, responsables de la pungencia y con efectos benéficos contra diversos padecimientos y antiobesidad (Hernández-Pérez, *et al.*, 2020; Villa-Rivera y Ochoa-Alejo, 2020); y la cebolla, que es la fuente más importante de quercetina en la dieta humana (D'Andrea, 2015) y junto con otros flavonoides podrían prevenir la hipertensión arterial pulmonar (Sánchez-Gloria *et al.*, 2020).

El consumo de raíces y tubérculos es parte de la dieta tradicional mexicana, donde se destaca el camote (*Ipomoea batatas* L.), la jícama (*Pachyrhizus erosus*) y la yuca (*Manihot esculenta*) porque son originarias o domesticadas en México; sin embargo, se estima que hay más de 14 variedades de raíces y tubérculos comestibles solo en Yucatán (Hernández-Guzmán *et al.*, 2022), entre las variedades silvestres consumidas en Guerrero y poco conocidas se encuentra el tubérculo de la ceiba o pochote (*Ceiba aesculifolia* subsp. *parvifolia*), que tiene alta concentración de compuestos fenólicos y actividad antioxidante,

principalmente en la cáscara (Suástegui-Baylón, 2021). El camote y la Stevia (*rebaudiana Bertoni*) son ricos en fibras y vitaminas (Vidal *et al.*, 2018), además la Stevia contiene terpenos, taninos y carotenos que pueden servir como tratamiento natural y alternativo para las enfermedades asociadas al síndrome metabólico (Carrera-Lanestosa *et al.*, 2017).

Por otro lado, México tiene una amplia tradición micófila. Los pueblos originarios son quienes poseen el mayor reservorio de saberes con respecto a la diversidad de hongos, sobre todo silvestres y su potencial medicinal, mientras que en las poblaciones urbanas la oferta de hongos se centra principalmente en especies de los géneros *Agaricus* (champiñón y portobello) y *Pleurotus* spp. (setas) y en menor medida, el huitlacoche (*Ustilago maydis*). Además de su alto contenido nutrimental, los hongos contienen compuestos polifenólicos como flavonoides, lignanos, ácidos fenólicos y triterpenos con actividad antioxidante, anticancerígena, antiglicémica, entre otras; además de fibras y lectinas reconocidas por su capacidad hipoglucémica y antitumoral (Ceron-Guevara *et al.*, 2020).

El cacao (*Theobroma cacao*) está compuesto por polifenoles, incluyendo flavanoles como la catequina y la epicatequina (Kababie-Ameo *et al.*, 2022). Por su parte, Gómez-Maqueo *et al.* (2020) señalan que el consumo de catequinas puede disminuir la hiperglucemia, dicha alteración está implicada en la neuropatía diabética a consecuencia de la diabetes. Se reportó además que en verduras como zanahoria, calabaza, tomate, brócoli, espinaca, chabacano y mandarina, así como en ciertos mariscos como el salmón, los cangrejos y la langosta (Pérez-Torres *et al.*, 2021) se encuentran grandes cantidades de carotenoides que protegen contra el síndrome metabólico, las ECV y el cáncer, a través de su papel como agentes antioxidantes y antiinflamatorios (Agarwal *et al.*, 2012).

Entre los productos de origen animal, el huevo resalta por su contenido de ácidos grasos omega-3; sin embargo, su consumo debe ser moderado debido a su aporte de colesterol y de agentes contaminantes en huevos provenientes de granjas de producción intensiva. Los omega-3 y 9 son ácidos grasos poliinsaturados, han sido

reconocidos por su potencial efecto reductor del riesgo de desórdenes cardiovasculares y cáncer. Además de los huevos, otros alimentos que son fuente importante de este tipo de bioactivos son los aceites vegetales y los pescados frescos como el salmón, anchoa, sardina, arenque, entre otros (Usyduş y Szlider-Richert, 2012). Aunque algunas de estas especies no son comunes en la dieta mexicana, ciertas poblaciones de clima frío de México incluyen en su dieta tradicional la trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*), que además de tener ácidos grasos omega también se han reportado péptidos bioactivos con propiedades antioxidantes y anticancerígenas (Yaghoubzadeh *et al.*, 2020). Otros productos marinos que se han reconocido como fuente importante de compuestos bioactivos como clorofila, carotenoides y compuestos polifenólicos son las algas, entre las que destacan la espirulina, chlorella y el alga nori, que es parte imprescindible de la dieta asiática y que se ha popularizado en la dieta mexicana y global.

Finalmente, pero no menos importante, se encuentran los probióticos. La definición concensada de probiótico los refiere como “microorganismos vivos que, cuando son administrados en cantidades adecuadas, confieren un beneficio al huésped” (Hill *et al.*, 2014). Esto implica que, para ser llamado probiótico, se debe tener considerable evidencia científica del efecto que el microorganismo confiere a la salud del huésped, además de la cepa específica y la dosis en la que ejerce dicho efecto. Por este motivo, no todos los productos fermentados pueden ser considerados probióticos, dado que en la mayoría de los alimentos fermentados tradicionales el inóculo está conformado por consorcios de bacterias, hongos, protistas y otros microorganismos cuya composición varía ampliamente durante el proceso de producción, el cual usualmente no se estandariza. No obstante, se han demostrado efectos bacteriostáticos y bactericidas contra bacterias patógenas, efectos antiinflamatorios, antitumorales, hipocolesterolémicos, entre otros (Pérez-Armendáriz y Cardoso-Ugarte, 2020).

Se han reportado diversas cepas con actividad probiótica, entre las que destacan los lactobacilos y las bifidobacterias, cuyas funciones benéficas se

asocian principalmente a la salud gastrointestinal y la prevención del cáncer de colon; adicionalmente, estudios recientes han demostrado que algunas cepas solas o en combinación con sustancias prebióticas (simbióticos) o sus componentes celulares (postbióticos) tienen efecto en la prevención de COVID-19 (Anwar *et al.*, 2021) o en el tratamiento de desórdenes metabólicos, entre ellos la obesidad, hipertensión, diabetes mellitus, entre otros padecimientos (Bourebaba *et al.*, 2022). En esta revisión se identificaron estudios que demuestran que algunas bacterias ácido lácticas como *L. rhamnosus* GG, *L. acidophilus*, *B. lactis*, *B. bifidum* y *B. longum* adicionadas en productos lácteos fermentados tienen efecto en el control de la diabetes tipo 2 (Zepeda-Hernández *et al.*, 2021) y el sobrepeso materno (Kriss *et al.*, 2018).

Conclusiones

Los principales alimentos de la dieta mexicana con potencial para la prevención o tratamiento de enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT) como la obesidad, diabetes e hipertensión que fueron identificados en este trabajo son las frutas, verduras, leguminosas secas, raíces y tubérculos, hongos, nueces y semillas, productos de origen animal y marino, lácteos fermentados y bebidas tradicionales fermentadas no alcohólicas e infusiones. Los principales bioactivos con potencial para prevenir estos padecimientos son los compuestos fenólicos (principalmente los flavonoides y ácidos fenólicos), carotenoides y otros antioxidantes, fibras y microorganismos probióticos y sus productos.

De acuerdo con la Encuesta Nacional sobre Salud y Nutrición (ENSANUT), se recomienda el consumo de estos alimentos principalmente por sus propiedades nutricionales; sin embargo, es necesario profundizar el conocimiento sobre las propiedades funcionales que varios de ellos poseen y fomentar el consumo de alimentos y productos endémicos, autóctonos y de consumo tradicional en la dieta regional de los mexicanos.

Referencias

Aburto, T.C., Pedraza, L.S., Sánchez-Pimienta,

T.G., Batis, C., Rivera, J.A. (2016). Discretionary foods have a high contribution and fruit, vegetables, and legumes have a low contribution to the total energy intake of the Mexican population. *The Journal of Nutrition*, 146, 1881S-1887S.

Agarwal, M., Parameswari, R.P., Vasanthi, H.R., Das, D.K. (2012). Dynamic Action of Carotenoids in Cardioprotection and Maintenance of Cardiac Health. *Molecules*, 17, 4755–4769.

Alagawany, M., Abd El-Hack, M.E., Saeed, M., Naveed, M., Arain, M.A., Arif, M., Tiwari, R., Khandia, R., Khurana, S.K., Karthik, K., Yattoo, M.I., Munjal, A., Bhatt, P., Sharun, K., Iqbal, H. M.N., Sun, C., Dhama, K. (2020). Nutritional applications and beneficial health applications of green tea and l-theanine in some animal species: A review. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 104, 245-256.

Anwar, F., Altayb, H.N., Al-Abbasi, F.A., Al-Malki, A.L., Kamal, M.A., Kumar, V. (2021). Antiviral effects of probiotic metabolites on COVID-19. *Journal of Biomolecular Structure and Dynamics*, 39, 4175-4184.

Ariza-Flores, R., Serrano-Altamirano, V., Michel-Aceves, A.C., Barrios-Ayala, A., Otero-Sánchez, M.A., Avendaño-Arrazate, C.H., Noriega-Cantú, D.H. (2017). Características bioquímicas y calidad nutracéutica de cinco variedades de jamaica cultivadas en México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8, 269-280.

Ashaolu, T.J. (2019). A review on selection of fermentative microorganisms for functional foods and beverages: the production and future perspectives. *International Journal of Food Science & Technology*, 54, 2511-2519.

Bourebaba, Y., Marycz, K., Mularczyk, M., Bourebaba, L. (2022). Postbiotics as potential new therapeutic agents for metabolic disorders management. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 153, 113138.

Calderón G.D., Juárez-Olguín, H., Veloz-Corona, Q., Ortiz-Herrera, M., Osnaya-Brizuela, N., Barragán-Mejía, G. (2020). Consumption of cooked common beans or saponins could reduce the risk of diabetic complications. *Diabetes*,

- Metabolic Syndrome and Obesity: Targets and Therapy 3481-3486.
- Carrera-Lanestosa, A., Moguel-Ordóñez, Y., Segura-Campos, M. (2017). Stevia rebaudiana Bertoni: A Natural Alternative for Treating Diseases Associated with Metabolic Syndrome. *Journal of medicinal food*, 20, 933-943.
- Ceron-Guevara, M., López, E.M.S., Ortega, I.S., Vargas, E.R., Ávila, J.A.R., Ortega, I.S.I. (2020). Hongos comestibles: Una alternativa saludable en productos cárnicos. *PADI Boletín Científico De Ciencias Básicas e Ingenierías del ICBI*, 7, 47-51.
[4973-Manuscrito-25610-1-10-20191107.pdf](#)
- Cervantes-Paz, B., Ornelas-Paz, J.J., Gardea-Béjar, A.A., Yahia, E.M., Rios-Velasco, C., Zamudio-Flores, P.B., Ruiz-Cruz, S., Ibarra-Junquera, V. (2018). Compuestos fenólicos de tejocote (*Crataegus spp.*): su actividad biológica asociada a la protección de la salud humana. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 41, 339-349.
- Chen, Z., Chen, J., Collins, R., Guo, Y., Peto, R., Wu, F., Li, L. (2011). China Kadoorie Biobank of 0.5 million people: survey methods, baseline characteristics and long-term follow-up. *International Journal of Epidemiology*, 40, 1652-1666.
- D'Andrea, G. (2015). Quercetin: A flavonol with multifaceted therapeutic applications? *Fitoterapia*, 106, 256-271.
- Das, G., Shin, H.S., Leyva-Gómez, G., Prado-Audelo, M.L.D., Cortes, H., Singh, Y.D., Panda, M.K., Mishra, A.P., Nigam, M., Saklani, S., Chaturi, P.K., Martorell, M., Cruz-Martins, N., Sharma, V., Garg, N., Sharma, R., Patra, J.K. (2021). *Cordyceps spp.*: A Review on Its Immune-Stimulatory and Other Biological Potentials. *Frontiers in Pharmacology*, 11, 2250.
- Escalante-Araiza, F., Gutiérrez-Salmeán, G. (2021). Traditional Mexican foods as functional agents in the treatment of cardiometabolic risk factors. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 61, 1353-1364.
- Fang, W., Qu, X., Shi, J., Li, H., Guo, X., Wu, X., Liu, Y., Li, Z. (2018). Cruciferous vegetables and colorectal cancer risk: a hospital-based matched case-control study in Northeast China. *European Journal of Clinical Nutrition*, 73, 450-457.
- García-Vázquez, R., López-Santiago, M.A., Valdivia-Alcalá, R., Sánchez-Toledano, B.I. (2022). Use of traditional food and proposal for the dish of good eating for the Totonac region. *Agro Productividad*.
- Gaxiola-Cuevas, N., Mora-Rochín, S., Cuevas-Rodríguez, E.O., León-López, L., Reyes-Moreno, C., Montoya-Rodríguez, A., Milán-Carrillo, J. (2017). Phenolic Acids Profiles and Cellular Antioxidant Activity in Tortillas Produced from Mexican Maize Landrace Processed by Nixtamalization and Lime Extrusion Cooking. *Plant Foods for Human Nutrition*, 72, 314-320.
- Gómez-Cruz, Z., Landeros-Ramírez, P., Noa-Pérez, M., Patricio-Martínez, S. (2017). Consumo de alcohol, tabaco, drogas, universitarios. *Revista de Salud Pública y Nutrición*, 16, 1-9.
- Gómez-Maqueo, A., Escobedo-Avellaneda, Z., Welti-Chanes, J. (2020). Phenolic Compounds in Mesoamerican Fruits—Characterization, Health Potential and Processing with Innovative Technologies. *International Journal of Molecular Sciences*, 21, 8357.
- Hachimura, S., Totsuka, M., Hosono, A. (2018). Immunomodulation by food: impact on gut immunity and immune cell function. *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry*, 82, 584-599.
- Hernández-Guzmán, H., Aguilar-Cordero, W.J., Gómez-Varela, C.S. (2022). Uso y manejo de raíces y tubérculos comestibles nativos en una comunidad maya de Yucatán, México. *Estudios Sociales. Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional*, 32, 1-27.
- Hernández-Pérez, T., Gómez-García, M.D.R., Valverde, M.E., Paredes-López, O. (2020). *Capsicum annum* (hot pepper): An ancient Latin-American crop with outstanding bioactive compounds and nutraceutical potential. A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 19, 2972-2993.
- Hill, C., Guarner, F., Reid, G., Gibson, G.R., Merenstein, D.J., Pot, B., Morelli, L., Canani, R.B., Flint, H.J., Salminen, S., Calder, P.C., Sanders, M.E. (2014). The International

- Scientific Association for Probiotics and Prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic. *Nature reviews Gastroenterology & hepatology*, 11, 506-514.
- INEGI. (2020). Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2018-19. Resultados nacionales. Instituto Nacional de Geografía e Informática, ensanut_2018_informe_final.pdf (insp.mx)
- IDF. (2019). Diabetes Atlas, 9th edn. Brussels, Belgium. *In Atlas de la Diabetes de la FID*. International Diabetes Federation <https://diabetesatlas.org/atlas/ninth-edition/>
- Kababie-Ameo, R., Rabadán-Chávez, G.M., Vázquez-Manjarrez, N., Gutiérrez-Salmeán, G. (2022). Potential applications of cocoa (*Theobroma cacao*) on diabetic neuropathy: mini-review. *Frontiers in Bioscience*, 27, 57.
- Kriss, J. L., Ramakrishnan, U., Beaugerard, J.L., Phadke, K., Stein, A.D., Rivera, J.A., Omer, S.B. (2018). Yogurt consumption during pregnancy and preterm delivery in Mexican women: A prospective analysis of interaction with maternal overweight status. *Maternal and Child Nutrition*, 14, e12522.
- Levy, T.S., Rivera-Dommarco, J., Bertozzi, S. (2020). Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2018-19: análisis de sus principales resultados. *Salud pública de México*, 62, 614-617.
- Liu, R.H. (2013). Health-promoting components of fruits and vegetables in the diet. *Advances in Nutrition*, 4, 384S-392S
- Liufu, J., Martirosyan, D. (2020). FFC's Advancement of the Establishment of Functional Food Science. *Functional Foods in Health and Disease*, 10, 344-356.
- Maldonado-Astudillo, Y.I., Gutiérrez-González, A.A., Flores-Rogel, Y.L., Arámbula-Villa, G., Flores-Casamayor, V., Jiménez-Hernández, J., Ramírez, M., Álvarez-Fitz, P., Salazar, R. (2021). Propiedades morfológicas, fisicoquímicas y actividad antiproliferativa de maíces pigmentados de Guerrero. *Nova scientia*, 13, 1-26.
- Maldonado-Astudillo, Y.I., Jiménez-Hernández, J., Arámbula-Villa, G., Flores-Casamayor, V., Álvarez-Fitz, P., Ramírez-Ruano, M., Salazar, R. (2019). Effect of water activity on extractable polyphenols and some physical properties of *Hibiscus sabdariffa* L. calyces. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 13, 687-696.
- Mariño, A., Núñez, M., Gámez, A.I. (2016). Alimentación saludable. Healthy nutrition. Centro de Rehabilitación Integral CEDESA, 1-13. <https://www.academia.edu/download/61769796/acm161e20200113-8604-1gwk9y7.pdf>
- Martínez-González, L., Fernández-Villa, T., Molina de la Torre, A.J., Ayán-Pérez, C., Bueno-Cavanillas, A., Capelo-Álvarez, R., Mateos-Campos, R., Martín-Sánchez, V. (2014). Prevalencia de trastornos de la conducta alimentaria en universitarios españoles y factores asociados: proyecto uniHcos. *Nutrición Hospitalaria*, 30, 927-934.
- Mercado-Mercado, G., Blancas-Benitez, F.J., Velderrain-Rodríguez, G.R., Montalvo-González, E., González-Aguilar, G.A., Alvarez-Parrilla, E., Sáyago-Ayerdi, S.G. (2015). Bioaccessibility of polyphenols released and associated to dietary fibre in calyces and decoction residues of Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.). *Journal of Functional Foods*, 18, 171-181.
- Milán-Carrillo, J., Gutiérrez-Dorado, R., Cuevas-Rodríguez, E.O., Sánchez-Magaña, L.M., Rochín-Medina, J.J., Reyes-Moreno, C. (2017). Bebida funcional con potencial antidiabético y antihipertensivo elaborada con maíz azul y frijol negro bioprocesados. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 40, 451-459.
- Moreno-Valdespino, C.A., Luna-Vital, D., Camacho-Ruiz, R.M., Mojica, L. (2020). Bioactive proteins and phytochemicals from legumes: Mechanisms of action preventing obesity and type-2 diabetes. *Food Research International*, 130, 108905.
- Navarro-Cruz, A.R., Vera-López, O., Munguía-Villeda, P., Sosa-Sánchez, R.Á., Lazcano-Hernández, M., Ochoa-Velasco, C., Hernández-Carranza, P. (2017). Hábitos alimentarios en una población de jóvenes universitarios (18-25 años) de la ciudad de Puebla. *Revista Española de Nutrición Comunitaria*, 23, 31-37.
- Oviedo-Solís, C.I., Cornejo-Manzo, S., Murillo-Ortiz, B.O., Guzmán-Barrón, M.M., Ramírez-Emiliano, J. (2018). Los polifenoles de la fresa

- disminuyen el estrés oxidativo en enfermedades crónicas. *Gaceta Médica de México*, 154, 80–86.
- Ozdalga, E., Ozdalga, A., Ahuja, N. (2012). The Smartphone in Medicine: A Review of Current and Potential Use Among Physicians and Students. *Journal of Medical Internet Research*, 14, 128.
- Page, M.J., McKenzie, J.E., Bossuyt, P.M., Boutron, I., Hoffmann, T.C., Mulrow, C.D., ..., Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 10, 1-11. doi: [10.1136/bmj.n71](https://doi.org/10.1136/bmj.n71)
- Pérez-Armendáriz, B., Cardoso-Ugarte, G.A. (2020). Traditional fermented beverages in Mexico: Biotechnological, nutritional, and functional approaches. *Food Research International*, 136, 109307.
- Pérez-Torres, I., Castrejón-Téllez, V., Soto, M.E., Rubio-Ruiz, M.E., Manzano-Pech, L., Guarner-Lans, V. (2021). Oxidative Stress, Plant Natural Antioxidants, and Obesity. *International Journal of Molecular Sciences*, 22, 1786.
- Pietiläinen, K.H., Kaprio, J., Borg, P., Plasqui, G., Yki-Järvinen, H., Kujala, U.M., Rose, R.J., Westerterp, K.R., Rissanen, A. (2008). Physical inactivity and obesity: A vicious circle. *HHS Public Access*, 16, 414.
- Ravasco, P., Ferreira, C., Camilo, M.E. (2011). Alimentação para a saúde: A relevância da intervenção dos médicos. *Acta Medica Portuguesa*, 24, 783-790.
- Sánchez-Gloria, J.L., Osorio-Alonso, H., Arellano-Buendía, A.S., Carbó, R., Hernández-Díazcouder, A., Guzmán-Martín, C.A., Rubio-Gayosso, I., Sánchez-Muñoz, F. (2020). Nutraceuticals in the Treatment of Pulmonary Arterial Hypertension. *International Journal of Molecular Sciences*, 21, 4827.
- Santos-Díaz, M.S., Barba-De La Rosa, A.P., Héliès-Toussaint, C., Guéraud, F., Nègre-Salvayre, A. (2017). *Opuntia spp.*: Characterization and Benefits in Chronic Diseases. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2017, 8634249.
- Sebastián-Domingo, J.J. (2017). Review of the role of probiotics in gastrointestinal diseases in adults. *Gastroenterología y Hepatología*, 40, 417-429.
- Shamah-Levy, T., Romero-Martínez, M., Barrientos-Gutiérrez, T., Cuevas-Nasu, L., Bautista-Arredondo, S., Colchero, M.A., Gaona-Pineda, E.B., Lazcano-Ponce, E., Martínez-Barnette, J., Alpuche-Arana, C., Rivera-Dommarco, J. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2020 sobre Covid-19. (2021). Resultados nacionales. Cuernavaca, México: Instituto Nacional de Salud Pública. [220804_Ensa21_digital_4ago.pdf \(insp.mx\)](https://ens2020.insp.mx)
- Suastegui-Baylón, L., Salazar, R., Maldonado-Astudillo, Y.I., Ramírez-Sucre, M.O., Arámbula-Villa, G., Flores-Casamayor, V., Jiménez-Hernández, J. (2021). Physical, Chemical and Rheological Characterization of Tuber and Starch from *Ceiba aesculifolia* subsp. parvifolia. *Molecules*, 26, 2097.
- Usydus, Z., Szlinder-Richert, J. (2012). Functional properties of fish and fish products: A review. *International journal of food properties*, 15, 823-846.
- Uuh-Narvaez, J.J., Segura-Campos, M.R. (2021). Cabbage (*Brassica oleracea* var. capitata): A food with functional properties aimed to type 2 diabetes prevention and management. *Journal of Food Science*, 86, 4775-4798.
- Valerino-Perea, S., Lara-Castor, L., Armstrong, M.E.G., Papadaki, A. (2019). Definition of the traditional Mexican diet and its role in health: a systematic review. *Nutrients*, 11, 2803.
- Vidal, A.R., Zaucedo-Zuñiga, A.L., Ramos-García, M. L. (2018). Propiedades nutrimentales del camote (*Ipomoea batatas* L.) y sus beneficios en la salud humana. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*. 19(2).
- Villa-Rivera, M.G., Ochoa-Alejo, N. (2020). Chili Pepper Carotenoids: Nutraceutical Properties and Mechanisms of Action. *Molecules*, 25, 5573.
- Wang, C.Z., Mehendale, S.R., Yuan, C.S. (2007). Commonly used antioxidant botanicals: active constituents and their potential role in cardiovascular illness. *The American journal of Chinese medicine*, 35, 543-558.
- Yaghoubzadeh, Z., Ghadikolaii, F.P., Kaboosi, H., Safari, R., Fattahi, E. (2020). Antioxidant activity and anticancer effect of bioactive peptides from rainbow trout (*Oncorhynchus*

mykiss) skin hydrolysate. International Journal of Peptide Research and Therapeutics, 26, 625-632.

Yanowsky-Escatell, F.G., Andrade-Sierra, J., Pazarín-Villaseñor, L., Santana-Arciniega, C., Torres-Vázquez, E.J., Chávez-Iñiguez, J.S., Zambrano-Velarde, M.Á., Preciado-Figueroa, F.M. (2020). The role of dietary antioxidants on oxidative stress in diabetic nephropathy. Iranian Journal of Kidney Diseases, 14, 81-94.

Zepeda-Hernández, A., Garcia-Amezquita, L.E., Requena, T., García-Cayuela, T. (2021). Probiotics, prebiotics, and synbiotics added to dairy products: Uses and applications to manage type 2 diabetes. Food Research International. 142, 110208.