

El Mango (*Mangifera indica* L.) como modelo de estudios de los flavonoides

Mango (Mangifera indica L.) as a model for flavonoid studies

 Edmme A. Bager¹  Eduardo Menéndez-Álvarez²

eduardo.menendez@ulcb.edu.pe 

1.- Lima, Perú

2.- Universidad Le Cordon Bleu. Lima, Perú

Recibido: 04/04/2024

Revisado: 02/05/2024

Aceptado: 15/06/2024

Publicado: 30/06/2024

RESUMEN

En la actualidad, cada vez más se está recurriendo a la alimentación saludable y junto a ello, el consumo de los principios activos que han servido como terapéuticos en la conocida medicina tradicional. El objetivo del trabajo es aunar parte de la abundante información que existe sobre el uso del mango (*Mangifera indica* L.) para conocer su potencial, entender hacia donde se dirigen las investigaciones de los últimos años relacionadas con el uso de los metabolitos secundarios de este frutal, que bien podría considerarse un modelo por todas las bondades que brinda. Se ha realizado una búsqueda utilizando la metodología PRISMA para usar siempre los mismos criterios en las bases de datos SCOPUS, SciELO, REDALYC y Google Académico como motor de búsqueda. En los últimos años se han mejorado los métodos de extracción y con ello las aplicaciones y los estudios con un carácter científico, que ayudan a explicar su uso en la medicina tradicional y a proyectar su futuro, aunque es importante recalcar que falta mucho por estudiar y dilucidar al estar frente a grupos de fitoquímicos muy grandes y de acciones muy específicas, donde la biodisponibilidad es baja y debe ser tomada en cuenta cuando se trate de experimentos y tratamientos *in vivo*.

Palabras clave: Mango (*Mangifera indica* L.) antioxidantes, medicina tradicional.

ABSTRACT

Nowadays, more and more people are turning to healthy eating, along with it, the consumption of active ingredients that have served as therapeutics in well-known traditional medicine. The objective of the work is a part of the abundant information that exists on the use of mango (*Mangifera indica* L.) to know its potential, understand where the research in recent years related to the use of secondary metabolisms of that mango is directed. This fruity, which could well be considered a model for all the benefits it offers. A search has been carried out using the PRISMA methodology to always use the same criteria in the SCOPUS, SciELO, REDALYC database and Google Academic as a search engine. In recent years, extraction methods have been improved and with it applications and studies with a scientific nature, which help explain its use in traditional medicine and project its future, although it is important to emphasize that there is still much to study and elucidate. Being faced



with very large groups of phytochemicals with very specific actions, where bioavailability is low and must be taken into account when it comes to experiments and *in vivo* treatments.

Keywords: Mango (*Mangifera indica* L.) antioxidants, traditional medicine.

INTRODUCCIÓN

Según reportes y documentos, el mango (*Mangifera indica* L.) tiene su origen hace más de 5 000 años en las regiones Tamil Nadu y Kerala, en el sur de la India, desde donde comenzó a distribuirse a través de los comerciantes portugueses y luego de los ingleses, llegando a occidente a través de los españoles (Bompard, 1993 y Mukherjee, 1985). En la actualidad, las producciones de mango representan un rubro importante para varios países de la zona tropical y subtropical de Asia y América Latina, donde se genera el 87,18 % de las exportaciones totales sobresaliendo: México, Tailandia, Brasil, Perú, India y Pakistán. Y como importadores se destacan: Los Estados Unidos, la Unión Europea, Arabia Saudita y Canadá (FAOSTAT, 2023). El posicionamiento de las producciones peruanas en el mercado internacional responde a las características climáticas, al manejo de variedades y a las demandas crecientes del mango en los mercados, destacándose a nivel nacional las producciones de las provincias de Piura y Lambayeque por sus volúmenes, y las provincias de Cajamarca y Ancash por los rendimientos (Carrasco, 2022). De las variedades que se cultivan, se destaca la Kent que representa el 82 % del total (Midagri, 2023). En el escenario actual, cada día se tiene más en cuenta la calidad de los alimentos que se consumen, asociado mayoritariamente al valor nutricional, el cual, en algunos casos desplaza al valor gastronómico que ha primado por años para las sociedades y para el sector industrial. Las frutas, independientemente de las latitudes, son un buen referente de los temas relacionados con las dietas, ya que además del consumo de frutas

frescas, el de zumos está bien generalizado, a lo que se suman, postres y platos con diferentes niveles de elaboración. Unido a esta visión novedosa de la alimentación, que se sostiene en gran medida por el consumo de frutas y vegetales, se propicia el enfoque científico desde el punto de vista nutricional y farmacológico.

A través de los años, con el desarrollo de nuevas tecnologías en las ciencias químicas, han sido posibles los estudios en temas relacionados con el valor como fármaco que pueden tener los vegetales, teniendo como punto de partida su empleo en la medicina tradicional de diferentes regiones. Se conoce que el uso de remedios en la medicina tradicional es originado a partir de macerados de las hojas, los tallos, las flores y los frutos, los que a través de los años han permitido aliviar dolencias y conocer más la flora. En última instancia todo el conocimiento acumulado y transmitido de generación en generación, ha influido en la aparición de los fármacos actuales, que tienen estructuras vegetales de demostrada actividad farmacológica. A pesar de los avances, aún se mantiene el empleo de la medicina tradicional como alternativa incluso con carácter preventivo, dependiendo de los niveles socio económicos y culturales, incluso por el conocimiento de algún efecto adverso conocido de fármacos sintéticos. Es una realidad que, con la misma materia prima, el conocimiento científico de estructuras químicas con efectos farmacológicos, y la optimización de los métodos de extracción y cuantificación, el alcance de la medicina verde tradicional “modernizada” es una fuente a la que se recurre cada vez más como si se tratara de un resurgimiento, que además pone en valor nuevas plantas o parte de ellas y

revaloriza otras. La respuesta al empleo de las plantas para tantos padecimientos puede estar relacionada con la presencia, en ellas, de fitoquímicos resultados de su metabolismo y relacionados con sus funciones, donde han resultado muy interesantes los antioxidantes en las diferentes estructuras de la planta, algunos más estudiados que otros, pero que pueden ser la explicación a sus múltiples efectos en la salud. El mango no es excepción, y puede llegar a ser un modelo a tener en cuenta por su aceptación como fruta, que la coloca como la más consumida a nivel mundial (Jahurul *et al.*, 2015), lo que repercute positivamente en las economías de productores y consumidores y en su presencia en la industria y gastronomía. Además, por la potencialidad que se le ha reconocido a través de los años, donde se ha empleado en el tratamiento de dolencias gastrointestinales, respiratorias, genitourinarias; lavados oftalmológicos, también como afrodisíaco, laxante y diurético (Ediriweera *et al.*, 2017 y Mirza *et al.*, 2021). Esto se explica por la presencia en las diferentes partes de la planta de fitoquímicos como la mangiferina, los ácidos fenólicos, las benzofenonas, y antioxidantes como

flavonoides, ácido ascórbico, carotenoides, tocoferol (Kumar *et al.*, 2021). Los compuestos más abundantes en las hojas de mango y que juegan un papel importante son los fenólicos, que incluyen ácidos fenólicos, xantonas, benzofenonas, taninos, terpenoides y flavonoides.

Los más de 5 000 flavonoides (Martinez-Flores *et al.*, 2002) identificados, se clasifican en seis familias: flavanonas, flavanoles, flavonas, flavonoles, antocianidinas e isoflavonoides de acuerdo a su estructura, estando involucrados en disímiles procesos del desarrollo de los vegetales como pueden ser: la pigmentación y fragancia de las flores para la atracción de polinizadores, la eliminación *in vivo* de ROS (*Reactive Oxygen Species*) reduciendo el estrés oxidativo, en mecanismos de defensa bióticos y abiótico, y en las interacciones plantas-microorganismos (Agati *et al.*, 2020, Mierziak *et al.*, 2014 y Sivankalyani *et al.*, 2016). En la tabla 1 se muestra parte de los resultados expuestos por Pereira *et al.* en 2024, los que hicieron un estudio detallado de las plantas como insecticidas en el que expusieron las teorías de su accionar.

Tabla 1.

Funciones en las que se involucran los flavonoides como insecticida de los cultivos

Función	Descripción	Cita
Disruptores de la alimentación	Se reporta frecuentemente el carácter disuasorio en la alimentación de la mayoría de los insectos considerados plaga de cultivos. Se plantea que los insectos mueren por inanición si permanecen cerca de las hojas tratadas, especialmente en su estado de larva. El mecanismo de acción propuesto por los efectos que causa puede depender de la inhibición de enzimas digestivas que son fundamentales en la digestión.	Stec <i>et al.</i> , 2019. Maazoun, <i>et al.</i> , 2019.
Alteradores del sistema de desintoxicación	Las enzimas desintoxicantes transforman a los compuestos tóxicos en compuestos menos tóxicos o no tóxicos que normalmente son excretados, protegiendo a los insectos. Estudios <i>in vivo</i> mostraron la reducción de la actividad de la carboxil-terasa que está relacionada con la resistencia a los insecticidas.	Camacho-Campos <i>et al.</i> , 2020. Punia <i>et al.</i> , 2022.
Alteradores del crecimiento, desarrollo y reproducción	Los flavonoides inciden en el desarrollo y el crecimiento de los insectos, alterando el ciclo de vida por afectaciones en las ovoposiciones, eclosiones ecdisis y fecundidad.	Puri <i>et al.</i> , 2022. Zhao <i>et al.</i> , 2021.

Diversas publicaciones reportan los usos de las diferentes partes de la planta del mango desde el punto de vista etnomédico en diferentes patologías, lo que, además, resulta en el inicio de nuevas propuestas de investigaciones, de donde incluso, llegan a registrarse nuevos fármacos, como el Vimang, que se

destaca por su demostrada actividad antioxidante, analgésica y antiinflamatoria (Garrido *et al.*, 2004). Son muchas las publicaciones que refieren este tema en los últimos años. En la tabla 2 se muestran algunos usos de las diferentes partes de la planta de mango en varias dolencias.

Tabla 2.

Uso de las diferentes partes de la planta de mango en medicina tradicional

Parte de la planta	Fitoquímico	Efectos	Citas
Raíces y corteza	Mangiferina.	Antioxidante, antiinflamatoria, antidiabética, inmunomoduladora y antitumoral. Bronco dilatador: se estudia para el tratamiento del asma.	Luo <i>et al.</i> , 2012. Gbearssor <i>et al.</i> , 2005. Loan <i>et al.</i> , 2021.
Hojas	Mangiferina, ácidos fenólicos, benzofenonas, como flavonoides, ácido ascórbico, carotenoides, tocoferol, xantonas, taninos, terpenoides y saponinas.	Antioxidante, antidiabético, antiinflamatorio, antimicrobiano: bacterias gran-positivas, gran-negativas y levaduras, inmunomodulador, antiobesidad, antialérgico, antifúngico, antiparasitario, antipirético, hepatoprotector, antidiarreico y antitumoral. Antiviral: inhibe el evento tardío en la replicación del HSV-2. Efecto hipoglucemiante ratas diabéticas.	Amrita <i>et al.</i> , 2009. Kumar <i>et al.</i> , 2021. Mirza <i>et al.</i> , 2021.
Frutos	Mangiferina, isomangiferina, y la homomangiferina. Polifenoles.	Anticancerígenas <i>in vitro</i> frente a: la leucemia Molt-4, pulmón A549, mama MDA-MB-231, próstata LnCap, SW-480 células de cáncer de colon y línea celular de colon no cancerosa CCD-18Co.	Kim <i>et al.</i> , 2012. Noratto <i>et al.</i> , 2010.
Semilla	Ácido gálico. Pentagaloilglucopiranos. Galotaninos.	Actividad antimicrobiana contra las bacterias <i>Salmonella typhi</i> , <i>S. aureus</i> , <i>H. pylori</i> . Antiinflamatoria, antimutagénicas, anticancerígeno. Relacionado con la disminución de agente anti-tirosinasa, un potente secuestrador de radicales libres, antioxidante, anti-inflamatorio y anti-hepatotóxico.	Chanwitheesuk <i>et al.</i> , 2007. Díaz-Gómez <i>et al.</i> , 2013. Nithitanakool <i>et al.</i> , 2009. Luo <i>et al.</i> , 2014.

MATERIALES Y MÉTODOS

La búsqueda de información se realizó utilizando la metodología “Informes Preferidos de Elementos para Revisiones Sistemáticas y Metaanálisis, conocida como PRISMA (del inglés Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta Analyses), según la versión

del año 2020. La estrategia de búsqueda se realizó utilizando los metabuscadores de las bases de datos de SCOPUS, SciELO, REDALYC y Google Académico como motor de búsqueda. Fue utilizado el operador booleano AND. Los términos de búsqueda fueron Mango (*Mangifera indica*), medicina tradicional, flavonoides, antioxidantes en idioma inglés y español.

Se procuró seleccionar publicaciones recientes, aunque en algunos casos por la valía de la información se tomaron de un período anterior.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el caso del mango, se han realizado investigaciones a nivel de laboratorio, a partir de resultados aportados por la medicina tradicional de diferentes partes del mundo, donde ha sido empleado como: afrodisíaco, analgésico, anti-neoplásico, antiinflamatorio, antipirético, anti-sifilítico, astringente, cardiopático, carminativo, antidiarreico, y también para el tratamiento de enfermedades de la garganta, erupciones, estreñimiento, faringopatía, hemoptisis, hemorragias, hemorroides sangrantes, heridas, hipodipsia, quemaduras, anorexia, tos, úlceras, vómitos, uretrorrea y vaginopatía, entre otras (Bekoe *et al.*, 2017, Garrido *et al.*, 2004, Mansud, 2016 y Tirado-Kulieva *et al.*, 2021).

Los resultados experimentales que sugieren la posible actividad antineoplásica de diversos compuestos naturales (flavonoides) presentes en la planta de mango, unido al creciente interés que hay en los tratamientos de este tipo de enfermedades, han propuesto estudios que relacionan la dieta con la incidencia del cáncer. Algunos reportes, han llegado a plantear la posible relación entre el consumo de frutas frescas y verduras con la disminución de riesgos a los que se enfrenta la realidad del desconocimiento específico de los compuestos que tienen esas frutas y por ende de las cantidades presentes, por lo que en algunos casos se entiende que las aseveraciones de este tipo indican la necesidad de profundizar en los estudios para determinar si la suplementación con flavonoides específicos podría beneficiar la prevención o el

tratamiento de cada una de las enfermedades que se mencionan (Hernández *et al.*, 2021).

La amplia presencia de diferentes tipos de flavonoides ha provocado también resultados no coincidentes entre diferentes investigaciones como es el caso de las catequinas que más allá de su efecto antioxidante, no se ha podido explicar su rol en la prevención de enfermedades específicas. Los flavonoides apigenina, kanferol, luteolina, miricetina y quercetina, tienen mayor cantidad de estudios, al estar muy presentes en las diferentes estructuras vegetales y no se ha encontrado ningún efecto positivo ante la incidencia o mortalidad causada por los diferentes tipos de cáncer estudiados (Pérez, 2003).

Investigaciones no menos importantes están dirigidas a la biodisponibilidad de los flavonoides, que es baja debido a que la absorción es limitada, el metabolismo es extenso y la excreción es rápida. En pruebas *in vitro* y en experimentos con animales, los efectos de interés propuestos se notan a concentraciones más altas de las que se alcanzan en las células humanas. Lo que sugiere estudiarlos a concentraciones más bajas por más tiempo, así como su posible interacción con otras moléculas. *In vitro* no se discute su actividad antioxidante con las mejoras que esto puede generar en el estado general de salud, sin embargo, esto cambia al extrapolarlo a humanos, donde la amplia variabilidad de las estructuras dentro de las subclases de flavonoides hace difícil generalizar la absorbabilidad y biodisponibilidad de estos, basándose únicamente en su clasificación estructural ya que hay otros factores como la interacción con otros compuestos, el metabolismo en sí, la absorción del organismo y las diferentes die-

tas por regiones y por estaciones que deben tenerse en cuenta también. Se ha publicado que, a pesar de ingerir muchos flavonoides, las concentraciones plasmáticas e intracelulares que se alcanzan en humanos son entre 100 a 1 000 veces menores que las concentraciones de otros antioxidantes, como el ascorbato, el ácido úrico y el glutatión (Day y Willian-son, 2001 y Gutiérrez-Grijalva *et al.*, 2016).

Es necesario estudiar e integrar a la “ecuación” de la disponibilidad, los efectos que sobre la actividad antioxidante se ejerce, en su paso por el aparato gastrointestinal. González *et al.*, 2015 plantearon que aún después de la cocción, la mayoría de los glucósidos flavonoides llegan intactos al intestino delgado. Es importante también tener en cuenta la interacción con la matriz alimentaria, varios autores coinciden en que la presencia de macronutrientes influye en la biodisponibilidad de los flavonoides co-ingeridos (Bordenave *et al.*, 2014; Gonzáles *et al.*, 2015 y Zhanh *et al.*, 2014). In vitro se ha demostrado que las proteínas de la leche junto a flavonoides reducen la capacidad antioxidante de éstos (Xiao *et al.*, 2011); esto se estudió en voluntarios sanos, corroborando lo anterior (Lorenz *et al.*, 2007). Por otra parte, se plantea que, alimentos ricos en carbohidra-

tos pueden mejorar la absorción de flavonoides al estimular la motilidad gastrointestinal.

CONCLUSIONES

El Mango al ser un árbol frondoso y perenne, con frutos todo el año, al manejar variedades en las diferentes estaciones y producir tantos fitoquímicos en todas sus estructuras, además de su alto consumo, pudiera considerarse como un frutal modelo en los estudios de antioxidantes.

La gran cantidad de flavonoides y el poco conocimiento sobre ellos, resulta insuficiente como para afirmar su posible efecto en la prevención o curación de patologías específicas, aun cuando los experimentos *in vitro* generan dudas razonables sobre su interferencia en la génesis de diferentes enfermedades. De ahí que resulte importante la caracterización de los componentes bioactivos de origen vegetal que conforman la dieta diaria.

La bioaccesibilidad y la biodisponibilidad de los fitoquímicos en el organismo humano son dos factores importantes para tener en cuenta si se quiere transpolar la actividad biológica demostrada in vitro, donde se emplean concentraciones mucho más elevadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agati, G., Brunetti, C., Fini, A., Gori, A., Guidi, L., Landi, M., Sebastian, I., y Tattini, M. (2020). Are Flavonoids Effective Antioxidants in Plants? Twenty Years of Our Investigation. *Antioxidants*. 9(11):1098. <https://doi.org/10.3390/antiox9111098>
- Amrita, B., Liakot, A., Masfida, A., y Begum, R. (2009). Studies on theantidiabetic effects of *Mangifera indica* stem-barks andleaves on nondiabetic, type 1 and type 2 diabetic modelrats. *Bangladesh Journal of Pharmacology*. 4(2),110-114. <https://doi.org/10.3329/bjp.v4i2.2488>

- Bekoe, E., Kretchy, I., Sarkodie, J., Okraku, A., Sasu, C., Adjei, D., y Twumasi, M. (2017). Ethnomedicinal survey of plants used for the management of hypertension sold in the makola market, Accra, Ghana. *European Journal of Medicinal Plants*. 19(3) 1–9, <https://doi.org/10.9734/EJMP/2017/32342>.
- Bompard, J. (1993). The genus *Mangifera* rediscovered: The potential contribution of wild species to mango cultivation. *Acta Horticulturae, Leuven, Belgium* 341:69-71. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1993.341.5>
- Bordenave, N., Hamaker, B., y Ferruzzi, M (2014). Naturaleza y consecuencias de las interacciones no covalentes entre flavonoides y macronutrientes en los alimentos. *Food Funct*. 5(1):18-34.
- Camacho-Campos, C., Pérez-Hernández, Y., Valdivia-Ávila, A., Rubio-Fontanills, Y., y Fuentes-Alfonso, L. (2020). Evaluación fitoquímica, antibacteriana y molusquicida de extractos de hojas de *Agave* spp. *Revista Cubana de Química*. 32(3) http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-54212020000300390&lng=es&tlng=es.
- Carrasco, J. C. (2022). Producción nacional de mango alcanzó las 474.000 toneladas en 2022. Agencia Agraria de Noticias. <https://agraria.pe/noticias/produccion-nacional-de-mango-alcanzo-las-474-000-toneladas-e-30987>
- Chanwitheesuk, A., Teerawutgulrag, A., Kilburn, J., y Rakariyatham, N. (2007). Antimicrobial gallic acid from *Caesalpinia mimosoides* Lamk. *Food Chemistry*. 100(3) 1044-1048. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.11.008>
- Day, A., y Williamson, G. (2001). Biomarkers for exposure to dietary flavonoids: a review of the current evidence for identification of quercetin glycosides in plasma. *British Journal of Nutrition*. 86(S1): S105-S110.
- Díaz-Gómez, R., López-Solís, R., Obreque-Slier, E., y Toledo-Araya, H. (2013). Comparative antibacterial effect of gallic acid and catechin against *Helicobacter pylori*. *LWT-Food Science and Technology*. 54(2) 331-335. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2013.07.012>
- Ediriweera, M., Tennekoon, K., y Samarakoon, S. (2017). A Review on Ethnopharmacological Applications, Pharmacological Activities, and Bioactive Compounds of *Mangifera indica* (Mango). *Evidence-based complementary and alternative medicine: eCAM*, 6949835. <https://doi.org/10.1155/2017/6949835>
- FAO Statistics (FAOSTAT). (2023). Principales Frutas Tropicales Análisis del mercado Resultados preliminares. <https://www.fao.org/3/cc9308es/cc9308es.pdf>

- Garrido, G., Delgado, R., Lemus, Y., García, D., Beltrán, A., Rodríguez, Janeth; Quintero, G., Delporte, C., Morales, M., Payá, M., Muñoz, E., Guevara, M., Alvarez, A., Boza, A., y Arús, L. (2004) Extracto natural de mangifera indica l. (vimang[®]): de la etnomedicina a la clínica. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*. 3(6) 107-109 <https://www.redalyc.org/pdf/856/85630605.pdf>
- Gbeassor, M., Agbonon, A., y Aklikokou, K. (2005). Mangifera indica Stem Bark effect on the rat trachea contracted by acetylcholine and histamine. *Pharmaceutical Biology* 43: 475-479. <https://doi.org/10.1080/13880200590963943>
- Gonzales, G. B., Smaghe, G., Grootaert, C., Zotti, M., Raes, K., y Van Camp, J. (2015). Flavonoid interactions during digestion, absorption, distribution and metabolism: a sequential structure-activity/property relationship-based approach in the study of bioavailability and bioactivity. *Drug metabolism reviews*. 47(2), 175–190. <https://doi.org/10.3109/03602532.2014.1003649>
- Gutiérrez-Grijalva, P., Ambriz-Pérez, D., Leyva-López, N., Castillo-López, R., y Heredia, J. (2016). Review: dietary phenolic compounds, health benefits and bioaccessibility. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. 66(2): 87-100. https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222016000200001
- Hernández, K., Morales, N., y Ordoñez, R. (2021). Relación entre consumo de compuestos bioactivos de frutas y riesgo de enfermedades cardiovasculares en un conjunto residencial de Quito-Ecuador. *Qualitas*. 21. <http://www.nutricionhospitalaria.com/pdf/3338.pdf>
- Jahurul, A., Zaidul, M., Ghafoor, K., Al-Juhaimi, Y., Nyam, L., Norulaini, N., Sahena, F., y Mohd, O. (2015). Mango (*Mangifera indica* L.) by-products and their 53 valuable components: *Review. Food Chemistry*, 183. 173-180. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2015.03.046>
- Kim, H., Kim, H., Mosaddik, A., Gyawali, R., Ahn, K., y Cho, S. (2012). Induction of apoptosis by ethanolic extract of mango peel and comparative analysis of the chemical constituents of mango peel and flesh. *Food Chemistry*. 133:416-422. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.01.053>
- Kumar, M., Saurabh, V., Tomar, M., Hasan, M., Changan, S., Sasi, M., Maheshwari, C., Prajapati, U., Singh, S., Prajapat, R. K., Dhumal, S., Punia, S., Amarowicz, R., y Meekhemar, M. (2021). Mango (*Mangifera indica* L.) Leaves: Nutritional Composition, Phytochemical Profile, and Health-Promoting Bioactivities. *Antioxidants*. 10(2), 299. <https://doi.org/10.3390/antiox10020299>

- Loan, N., Long, D., Yen, P., Hanh, T., Pham, T., y Pham, D. (2021). Proceso de purificación de mangiferina de hojas de *Mangifera indica* L. y evaluación de sus bioactividades. *Procedimientos*. 9(5):852. <https://doi.org/10.3390/pr9050852>
- Lorenz, M., Jochmann, N. von Krosigk, A., Martus P., Baumann, G. Stangl, K., y Stangl, V. (2007). Addition of milk prevents vascular protective effects of tea, *European Heart Journal*. 8 (2) 219–223. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehl442>
- Luo, F., Fu, Y., Xiang, Y., Yan, S., Hu, G., Huang, X., Huang, G., Sun, C., Li, X., y Chen, K. (2014). Identification and quantification of gallotannins in mango (*Mangifera indica* L.) kernel and peel and their antiproliferative activities. *Journal of Functional Foods*. 8, 282-291. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2014.03.030>
- Luo, F., Lv, Q., Zhao, Y., Hu, G., Huang, G., Zhang, J., Sun, C., Li, X., y Chen, K. (2012). Quantification and purification of mangiferin from Chinese mango (*Mangifera indica* L.) cultivars and its protective effect on human umbilical vein endothelial cells under H₂O₂-induced stress. *International Journal of Molecular Sciences*. 13(9), 11260–11274. <https://doi.org/10.3390/ijms130911260>
- Maazoun, A.M., Hamdi, S. H., Belhadj, F., Jemâa, J. M., Messaoud, C., y Marzouki, M. N. (2019). Phytochemical Profile and Insecticidal Activity of Agave americana Leaf Extract towards *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). *Environmental Science and Pollution Research International*. 26, 19468–19480. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-05316-6>
- Martínez-Flórez, S., González-Gallego, J., Culebras, J., y Tuñón, M. (2002). Flavonoids: properties and antioxidizing action. *Nutrición Hospitalaria*. 17(6): 271-278 <http://www.nutricionhospitalaria.com/pdf/3338.pdf>
- Masud, G. (2016). Pharmacological Activities of Mango (*Mangifera Indica*): A Review. *Journal Pharmacognosy Phytochemistry*. 5(3): 1-7. <https://www.phytojournal.com/archives/2016/vol5issue3/PartA/5-2-21-518.pdf>
- Midagri (2023). Perfil productivo y competitivo de los principales cultivos del sector. <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiNzEzNTU2MmUtY2EzZC00YjQ2LTg5YzUtYzJjO-DRhZjg5NGY5IiwidCI6IjdmMDg0NjI3LTdmNDAtNDg3OS04OTE3LTk0Yjg2ZmQz-NWYzZiJ9>
- Mierziak, J., Kostyn, K., y Kulma, A. (2014) Flavonoids as Important Molecules of Plant Interactions with the Environment. *Molecules*. 19(10):16240-16265. <https://doi.org/10.3390/molecules191016240>

- Mirza, B., Croley, R., Ahmad, M., Pumarol, J., Das, N., Sethi, G., y Bishayee, A. (2021). Mango (*Mangifera indica* L.): a magnificent plant with cancer preventive and anticancer therapeutic potential. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 61(13), 2125–2151. <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1771678>
- Mukherjee, S. (1985). *Systematic and ecogeographic studies of crop genepools: I. Mangifera*. International Board for Plant Genetic Resources Secretariat. https://books.google.com/books/about/Systematic_and_Ecogeographic_Studies_of.html?id=RZ4bygEACAA-J&redir_esc=y
- Nithitanakool, S., Pithayanukul, P., Bavovada, R., y Saparpakorn, P. (2009). Molecular docking studies and anti-tyrosinase activity of Thai mango seed kernel extract. *Molecules*, 14(1), 257-265. <https://doi.org/10.3390/molecules14010257>
- Noratto, G., Bertoldi, M., Krenek, K., Talcott, S., Stringheta, P., y Mertens-Talcoff, S. (2010). Anticarcinogenic effects of polyphenolics from mango (*Mangifera indica*) varieties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 58(7):4104-4112. <https://doi.org/10.1021/jf903161g>
- Pereira, V., Figueira, O., y Castilho, P. (2024). Flavonoides como insecticidas en la protección de cultivos: una revisión de la investigación actual y perspectivas futuras. *Plants*. 13(6):776. <https://doi.org/10.3390/plants13060776>
- Pérez, G. (2003). Los flavonoides: antioxidantes o prooxidantes. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*. 22(1) http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03002003000100007&lng=es&tlng=es.
- Punia, A., y Chauhan, N. (2022). Effect of daidzein on growth, development and biochemical physiology of insect pest, *Spodoptera litura* (Fabricius). *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology and Pharmacology*. 262, 109465. <https://doi.org/10.1016/j.cbpc.2022.109465>
- Puri, S., Singh, S., y Sohal, S. (2022). Inhibitory effect of chrysin on growth, development and oviposition behaviour of melon fruit fly, *Zeugodacus cucurbitae* (Coquillett) (Diptera: Tephritidae). *Phytoparasitica*. 50, 151–162. <https://doi.org/10.1007/s12600-021-00940-w>
- Sivankalyani, V., Feygenberg, O., Diskin, S., Wright, B., y Alkan, N. (2016). Increased anthocyanin and flavonoids in mango fruit peel are associated with cold and pathogen resistance. *Postharvest Biology and Technology*. 111, 132-139. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2015.08.001>.
- Stec, K., Kordan, B., y Gabryś, B. (2019). Effect of soy leaf flavonoids on pea aphid probing behavior. *Insects*. 12 (8), 756. <https://doi.org/10.3390/insects12080756>

- Tirado-Kulieva, V., Atoche-Dioses, S., y Hernández-Martínez, E. (2021). Phenolic compounds of mango (*Mangifera indica*) by-products: Antioxidant and antimicrobial potential, use in disease prevention and food industry, methods of extraction and microencapsulation. *Scientia Agropecuaria*. 12(2). 283-293. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2021.031>
- Xiao, J., Mao, F., Yang, F., Zhao, Y., Zhang, C., y Yamamoto, K. (2011). Interaction of dietary polyphenols with bovine milk proteins: Molecular structure–affinity relationship and influencing bioactivity aspects. *Molecular Nutrition Food Research*. 55(11):1637-1645. <https://doi.org/10.1002/mnfr.201100280>
- Zhang, H., Yu, D., Sun, J., Liu, X., Jiang, L., Guo, H., y Ren, F. (2014). Interaction of plant phenols with food macronutrients: characterisation and nutritional–physiological consequences. *Nutrition Research Reviews*. 27(1). 1–15. <https://doi.org/10.1017/S095442241300019X>
- Zhao, C., Ma, C., Luo, J., Niu, L., Hua, H., Zhang, S., y Cui, J. (2021). Potential of Cucurbitacin B and Epigallocatechin Gallate as Biopesticides against *Aphis gossypii*. *Insects*. *Reseñas de investigaciones médicas*. 12(1). 32. <https://doi.org/10.3390/insects12010032>