

Aprovechamiento sustentable del mango: estrategias para reducir pérdidas y valorizar sus subproductos

Sustainable use of mangoes: strategies to reduce losses and valorize their by-products

Midledys J. Santana Medina¹, Juan J. Fernández Molina²

¹ Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales “Ezequiel Zamora”, San Fernando, estado Apure, Venezuela.

² Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales “Ezequiel Zamora” (UNELLEZ), San Carlos, estado Cojedes, Venezuela.

Artículo de revisión

***Autor de correspondencia:** midledyssantana@gmail.com

Recibido: 10/06/2025

Recibido en forma revisada: 08/07/2025

Aceptado: 24/07/2025

Resumen

El mango (*Mangifera indica*) es una fruta tropical de alta demanda en mercados productores y consumidores. No obstante, a lo largo de su cadena de producción y comercialización se generan considerables volúmenes de residuos, tanto por pérdidas poscosecha como por un limitado aprovechamiento de sus subproductos. Este artículo analiza estrategias tecnológicas, logísticas y biotecnológicas orientadas a la reducción de residuo de mango, así como propuestas para la valorización de sus subproductos (cáscara, semilla y pulpa excedente) mediante su transformación en productos alimentarios, cosméticos, nutraceuticos y bioenergéticos. Se presentan experiencias exitosas de innovación, se

abordan las principales barreras para su implementación en contextos tropicales y se promueve un enfoque de economía circular como vía para alcanzar la sostenibilidad en el aprovechamiento integral de esta fruta.

Palabras clave: mango, subproductos, valorización, economía circular, biotecnología.

Abstract

The mango (*Mangifera indica*) is a tropical fruit in high demand in producing and consuming markets. However, considerable volumes of residues are generated throughout its production and marketing chain, both due to post-harvest losses and limited use of its by-products. This article analyzes technological, logistical, and biotechnological strategies aimed at reducing

Midledys J. Santana Medina. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-83686161>. Doctora en Educación (UNELLEZ-VPDR). MSc. en Educación Universitaria. Ingeniero Agroindustrial (UNELLEZ-VIPI). Profesora a Dedicación Exclusiva, categoría Asistente del Vicerrectorado de Planificación y Desarrollo Regional (UNELLEZ-VPDR).

Juan Fernandez Molina. ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-8212-1621>. Ph.D. en Ciencias de la Ingeniería (Washington State University, Pullman WA, USA). Profesor (J). Vicerrectorado de Infraestructura y Procesos Industriales. UNELLEZ-San Carlos, estado Cojedes, Venezuela.

mango residue, as well as proposals for the valorization of its by-products—peel, seed, and surplus pulp—through its transformation into food, cosmetics, nutraceuticals, and bioenergy products. This work presents successful innovation experiences, examines the primary obstacles to implementation in tropical environments, and advocates for a circular economy approach to enhance sustainability in the comprehensive utilization of this fruit.

Keywords: mango, by-products, valorization, circular economy, biotechnology.

1. Introducción

Los residuos alimentarios representan uno de los desafíos más urgentes del sistema agroalimentario global, tanto por su impacto ambiental como por sus implicaciones éticas y económicas (Food Agriculture Organization, FAO, 2013); aproximadamente un tercio de los alimentos producidos para el consumo humano se pierde o se desecha anualmente según la FAO (2019). En el caso del mango, su alta perecibilidad, deficiencias en el manejo poscosecha, y la escasa industrialización de sus residuos, contribuyen a un elevado índice de desaprovechamiento. Esta situación representa una pérdida económica, ambiental y social para las regiones productoras, muchas de las cuales

enfrentan condiciones de inseguridad alimentaria. En el año 2015, la ONU aprobó la Agenda 2030, estableciendo 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), muchos de los cuales están vinculados directa o indirectamente con la sostenibilidad del sistema agroalimentario (Naciones Unidas, 2015).

En este contexto, el mango (*Mangifera indica*) es una fruta de alto valor nutricional, rica en vitaminas, fibra, antioxidantes y otros micronutrientes, tal como señalan (Corrales *et al.*, 2014) siendo consumido principalmente en su forma fresca. No obstante, durante su procesamiento, el epicarpio y la semilla suelen considerarse residuos, a pesar de que diversos estudios han demostrado que constituyen fuentes valiosas de compuestos bioactivos.

A nivel industrial, el mango se transforma en una amplia gama de productos como jugos, polvos, purés, trozos mínimamente procesados y rodajas deshidratadas (Ahmed *et al.*, 2016; Rojas-López *et al.*, 2020). Sin embargo, en estos procesos se aprovecha principalmente la pulpa, sin generar valor agregado a los subproductos como el epicarpio y la semilla, los cuales siguen siendo subutilizados a pesar de su potencial (Ajila *et al.*, 2010; Chávez – Salazar *et al.*, 2021).

En cuanto a las zonas productoras en Venezuela, de acuerdo a Briceño *et al.* 2005) argumentan que las plantaciones de mango se localizan principalmente en los estados: Aragua, Carabobo, Cojedes, Apure, Miranda, Guárico, Anzoátegui y Monagas. En lo que respecta a la productividad por unidad de superficie, las estadísticas del período 2014-2021 muestran que el rendimiento del cultivo de mango se ha mantenido en un rango entre 12,3 y 13,3 toneladas métricas por hectárea (TM/ha), con la excepción del año 2016, cuando se registró un repunte significativo hasta 16,1 TM/ha, de acuerdo con datos de FEDEAGRO (2024).

Este artículo propone un enfoque integral para la reducción de los residuos del mango, abordando tanto el control de pérdidas como la valorización de sus subproductos mediante diversas estrategias de innovación tecnológica y sostenibilidad. En este contexto, la visión transformadora de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible reconoce los cambios globales que inciden en la forma de producir, transformar y conservar alimentos saludables para la población mundial.

2. Causas de los residuos de mango.

Pérdidas poscosecha

El manejo poscosecha del mango destinado al mercado nacional e internacional presenta aún deficiencias significativas, especialmente fuera de los sistemas exportadores. En muchos casos, las prácticas tradicionales persisten en lugar de adoptar métodos modernos de conservación que minimizan las pérdidas (Seva, 2025). Solo en granjas con producción orientada a la exportación se implementan sistemas más adecuados: cosecha en estado de madurez fisiológica, selección y clasificación rigurosa, recubrimiento de cera, uso de contenedores especializados (cajas de cartón o plásticas ventiladas) y almacenamiento en cadena de frío.

Estas actividades de conservación incluyen tratamientos térmicos, atmósfera controlada y recubrimientos comestibles, demostrado reducir la tasa de respiración, controlar el etileno y prolongar la conservación, con disminución de pérdidas entre 20 % y 45 % dependiendo de las tecnologías aplicadas (Negi, Sharma y Dayav, 2023; Yagia y Kader, 2021; Kinhal, 2023). Investigaciones recientes (Chen, 2019; Rahman *et al.*, 2018; Patel *et al.*, 2023; Kinhal, 2023) indican que entre el 25 % y el 45 % de la producción de mango se pierde antes de llegar al consumidor final, registrándose habitualmente alrededor del

30 % en diversas cadenas de suministro (Kinh, 2023).

Las principales causas asociadas a estas pérdidas durante la cosecha incluyen:

- a) Recolección prematura, antes de alcanzar la madurez fisiológica, lo que interrumpe el proceso natural de maduración y acelera el deterioro (Ntsoane et al., 2019).
- b) Daño mecánico por golpes al caer los frutos, provocando desprendimiento del pedúnculo, aceleración de la deshidratación, manchas del látex y mayor vulnerabilidad a patógenos.
- c) Despedrado del pedúnculo sin poda adecuada, que facilita la exudación de látex, provocando manchas y conflictos que favorecen la entrada de microorganismos

3. Desaprovechamiento industrial del mango y propuestas de valorización.

En la agroindustria del mango se desperdicia hasta un 40 % del volumen total procesado, principalmente en forma de epicarpio, semilla y pulpa no clasificada, que representan entre el 25 % y el 60 % del peso de la fruta (Khan y Liu, 2020). Aunque considerados residuos, estos subproductos contienen compuestos bioactivos de alto valor (fibra, polifenoles, carotenoides y aceites esenciales) así como aceites en

semilla con un poder calorífico de 18-21 MJ/kg, comparable al carbón.

El aprovechamiento de estos materiales es limitado por la escasez de tecnología adecuada, infraestructura de transformación y políticas públicas que impulsen su recuperación. En países como Venezuela, la disposición inadecuada en vertederos agrava la contaminación ambiental y desperdicia recursos valiosos.

Para revertir esta situación, se proponen estrategias integrales inspiradas en la economía circular y el modelo de biorrefinerías:

- La semilla puede usarse en la extracción de aceites comestibles o cosméticos, gracias a su riqueza en grasas monoinsaturadas (35-50%), saturada (24-45%) e insaturadas (2-12%) y su elevado contenido energético.
- Tanto el epicarpio como la semilla pueden transformarse en harinas funcionales mediante deshidratación, útiles en alimentos con propiedades antioxidantes (Sogi *et al.*, 2021)
- La pulpa no clasificada: Se refiere a la parte comestible del mango que, durante el procesamiento industrial o poscosecha, no cumple con los estándares de calidad requeridos para

su comercialización directa, ya sea en fresco o como producto procesado de primera categoría esta pulpa puede emplearse para la elaboración de néctares, mermeladas, fermentados o ingredientes para alimentos procesados.

- Finalmente, los residuos orgánicos pueden utilizarse en sistemas de digestión anaerobia o compostaje para la producción de biogás (0,21–0,54 m³ por kg de materia orgánica volátiles) y abonos orgánicos (Sogi *et al.*, 2021), contribuyendo a la generación de energía renovable y mejora de suelos agrícolas.

Estas iniciativas no sólo reducen el impacto ambiental, sino que también generan oportunidades para desarrollar cadenas de valor sostenibles en el sector agroindustrial de países en vías de desarrollo, alineadas con modelos de biorrefinería y aprovechamiento integral.

4. Estrategias para reducir el residuo.

Mejora en el manejo pocosecha

En esta parte se recomienda implementar técnicas como el recubrimiento comestible, atmósferas modificadas y refrigeración adecuada puede extender la vida útil del mango. Asimismo, la capacitación de

productores y transportistas es clave para reducir daños mecánicos.

Clasificación y transformación primaria

El uso de sensores ópticos y sistemas automáticos de clasificación permite seleccionar frutas para diferentes fines (fresco, jugo, pulpa, deshidratado), minimizando rechazos.

Alianzas productivas y circuitos cortos

Fomentar alianzas entre productores, transformadores y emprendedores locales puede permitir el uso inmediato de excedentes o frutos no calibrados para la elaboración de productos alternativos.

Valorización de subproductos del mango.

Epicarpio o cáscara. El epicarpio del mango es rico en fibra dietética, compuestos fenólicos y pigmentos naturales con mayor capacidad antioxidante que la pulpa de la uva, la guayaba y la piña tal como señalan (Sumaya-Martínez *et al.*, 2012). El polvo del pericarpio puede ser alternativa de fuente de fibra en la formulación de snacks funcionales, harinas integrales, colorantes naturales o suplementos antioxidantes, así lo argumentan (Puligundla, Obulam, Oh y Mok, 2014)

Semilla de mango. La semilla de mango, frecuentemente eliminada en la agroindustria, representa una fracción subutilizada, pero de alto valor. El núcleo interno conforma entre el 10–15 % del peso del fruto y contiene

aproximadamente 6–15 % de lípidos, así como un contenido significativo de proteínas (7–12 %) y almidón (hasta 60 %), según análisis recientes (Lebaka *et al.*, 2021). Esta composición convierte a la semilla en una materia prima versátil, con aplicaciones múltiples en los ámbitos alimentario, cosmético, farmacéutico y energético.

Estudios actuales resaltan que el aceite de semilla de mango posee un perfil lipídico saludable: rico en ácidos oleico (~45 %), esteárico (~37 %), junto con palmítico y linoleico en menores proporciones (Villanueva *et al.*, 2020). Este balance de grasas le confiere una textura semisólida (*melting point* ~35–43 °C), ideal para la elaboración de mantecas cosméticas, que por sus propiedades emolientes y estabilidad oxidativa resultan útiles en cremas, bálsamos y productos dermatológicos.

Además, se han observado efectos antioxidantes y desodorantes, respaldando su uso en cosmética (Wu *et al.*, 2015). Tras extraer el aceite, la harina residual mantiene un contenido valioso de proteínas, almidón y fibra, con actividad antioxidante (fenoles: 68–84 mg GAE/100 g) lo que permite su incorporación en productos infantiles (compotas, jugos, golosinas, helados), panadería sin gluten, suplementos nutricionales o formulaciones funcionales

con propiedades antioxidantes (Mas’ud y Sayuti, 2025).

En conjunto, estas aplicaciones promueven un aprovechamiento integral del fruto, contribuyendo a la creación de cadenas de valor sostenibles y rentables en la agroindustria del mango (Mas’ud y Sayuti, 2025; Lebaka, Wee, Ye y Korivi, 2021; Kouassi, *et al.*, 2024; Uku, Ekperi y Ozioko, 2025; Choe *et al.*, 2022., El-Hadary y Taha, 2019).

Pulpa excedente. Durante el procesamiento industrial del mango, una proporción significativa de la pulpa no clasificada o excedente (es decir, aquella que no cumple con los estándares de calidad para consumo en fresco o exportación) suele ser descartada o subutilizada, a pesar de su elevado contenido de azúcares (aproximadamente 14–18 °Brix), fibra dietética, vitamina C (20–45 mg/100 g) y compuestos antioxidantes naturales como carotenoides y polifenoles (López-Cobo *et al.*, 2017; Ruales *et al.*, 2020).

Esta pulpa representa una materia prima versátil con múltiples aplicaciones agroindustriales; entre las alternativas más prometedoras se encuentran su transformación en néctares, jugos enriquecidos, mermeladas, concentrados y salsas, orientados tanto al mercado interno

como a la exportación (Ahmed *et al.*, 2016). Asimismo, se ha demostrado ser un sustrato adecuado para procesos de fermentación alcohólica, permitiendo la obtención de bebidas innovadoras; por ejemplo, a partir de 1 kg de pulpa fresca pueden producirse entre 0,5 y 0,7 litros de vino de mango con un contenido alcohólico de 8–12% v/v (Krishna *et al.*, 2015).

De manera análoga, mediante fermentación acética es posible elaborar vinagres frutales con una acidez de 4–6%, caracterizados por propiedades sensoriales distintivas (Saeed *et al.*, 2018; Ramos *et al.*, 2021). Una línea tecnológica de creciente interés es la transformación de la pulpa excedente en productos liofilizados o atomizados (*spray drying*), que conservan los compuestos funcionales del mango y pueden utilizarse como polvos saborizantes o ingredientes en la formulación de alimentos infantiles, bebidas instantáneas, barras energéticas o suplementos nutricionales.

Estos desarrollos han sido aplicados en países como India, Tailandia y Brasil, donde existen programas de valorización de excedentes frutales para fomentar la innovación alimentaria y reducir el desecho poscosecha. En este sentido, el aprovechamiento de la pulpa excedente no solo representa una estrategia eficaz de

mitigación ambiental, sino también una oportunidad para diversificar la matriz productiva y generar nuevos encadenamientos productivos agroindustriales.

Aplicaciones bioenergéticas. La biomasa residual del mango puede transformarse en energía renovable a través de digestión anaerobia, fermentación alcohólica o carbonización (Memon *et al.*, 2020; Mahato *et al.*, 2019). Se obtienen así biogás, bioetanol o carbón activado, promoviendo un modelo de aprovechamiento energético descentralizado. Estas soluciones resultan particularmente pertinentes para zonas rurales, permitiendo el uso local de desechos y reduciendo la dependencia de combustibles fósiles.

Nuevas aplicaciones e innovación. Los subproductos del mango también están siendo estudiados en áreas de alta tecnología (Mahato *et al.*, 2019):

- **Farmacología:** extracción de mangiferina, un compuesto con actividad antimicrobiana, antioxidante y antiinflamatoria.
- **Cosmética:** aceite de semilla para formulaciones de cremas, mascarillas y protectores solares.
- **Empaques biodegradables:** biopelículas formuladas a partir del

almidón de la semilla y extractos fenólicos de la cáscara, como alternativa al plástico.

- **Alimentos funcionales:** desarrollo de barras energéticas, prebióticos, galletas integrales y bebidas fermentadas con propiedades saludables.

5. Aprovechamiento de los subproductos del mango como fuente de compuestos bioactivos para la elaboración de rollos comestibles.

Los subproductos generados durante el procesamiento del mango, como el epicarpio y la pulpa residual, contienen una elevada concentración de compuestos bioactivos, incluyendo polifenoles, carotenoides y fibras dietéticas, reconocidos por sus propiedades antioxidantes, antimicrobianas y funcionales (Marçal *et al.*, 2024; Smith y Lee, 2025; Ajila *et al.*, 2007).

Estos componentes los convierten en materias primas valiosas para el desarrollo de alimentos innovadores con valor agregado, tales como rollos comestibles (Srivastava *et al.*, 2024).

En este orden de ideas, la incorporación de extractos o harinas derivados de subproductos del mango en matrices alimentarias permite no solo mejorar la funcionalidad nutricional del producto final,

sino también aprovechar residuos que normalmente se descartan, contribuyendo a la sostenibilidad agroindustrial. En este contexto, los rollos comestibles -productos semisólidos obtenidos por deshidratación de mezclas homogéneas de pulpa de frutas, con o sin adición de otros ingredientes funcionales (pectinas, almidones, proteínas, compuestos bioactivos), que resultan en láminas delgadas, flexibles y listas para el consumo directo como snacks saludable elaborados a partir de biopolímeros enriquecidos con compuestos bioactivos de mango presentan potencial para ser utilizados como envases alimentarios biodegradables, así como snacks funcionales, alineándose con las tendencias globales de economía circular y producción sustentable.

En este contexto, la economía circular es un modelo económico regenerativo que busca optimizar el uso de los recursos, reducir los residuos y mantener los productos, materiales y recursos en uso durante el mayor tiempo posible, a través de estrategias como la reutilización, el reciclaje, la reparación, la valorización de subproductos y el ecodiseño (Ellen MacArthur Foundation, 2013; Kirchherr *et al.*, 2017).

6. Retos y oportunidades

Entre los principales obstáculos que limitan el aprovechamiento de los

subproductos del mango en países en vías de desarrollo como Venezuela, se identifican la insuficiencia de infraestructura tecnológica para su transformación y conservación, el escaso conocimiento técnico sobre sus propiedades funcionales, así como las restricciones legales y normativas que regulan su uso en aplicaciones alimentarias y farmacéuticas. No obstante, este escenario también presenta oportunidades relevantes para la generación de valor agregado, el impulso al empleo rural y la diversificación de la producción agroindustrial. Para ello, resulta indispensable la formulación de políticas públicas orientadas a promover la innovación, el fortalecimiento de sistemas agroalimentarios sostenibles y la articulación efectiva entre los sectores productivo, académico y gubernamental (FAO, 2021).

7. Conclusiones

La reducción de residuos de mango mediante la valorización de sus subproductos es una estrategia clave para el desarrollo de una agroindustria más sostenible. La semilla, la cáscara y la pulpa excedente del mango ofrecen múltiples posibilidades de aprovechamiento en sectores como la alimentación, la energía, la cosmética y la farmacología. Para su implementación efectiva, es necesario superar barreras tecnológicas y normativas mediante políticas

integradas de innovación, inversión y educación agroindustrial. De este modo, el mango dejaría de ser una fuente de residuos para convertirse en un motor de desarrollo rural, bioeconomía y sostenibilidad.

Referencias bibliográficas

- Ahmed, J., Shivhare, U. S., & Sandhu, K. S. (2016). Drying characteristics and product quality of mango pulp during foam mat drying process. *International Journal of Food Science & Technology*, 51(4), 942–950.
- Ajila, C. M., Aalami, M., Leelavathi, K., & Prasada Rao, U. J. S. (2010). Mango peel powder: A potential source of antioxidant and dietary fiber in macaroni preparations. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 11(1), 219–224. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2009.10.004>
- Ajila, C. M., Naidu, K. A., Bhat, S. G., & Prasada Rao, U. J. S. (2007). Bioactive compounds and antioxidant potential of mango peel extract. *Food Chemistry*, 105(3), 982–988.
- Briceño, J., González, A., & Pérez, M. (2005). *Diagnóstico del cultivo de mango en Venezuela*. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA).

- Corrales-Bernal, Andrea, Maldonado, Maria Elena, Urango, Luz Amparo, Franco, Maria Camila, & Rojano, Benjamín Alberto. (2014). Mango de azúcar (*Mangifera indica*), variedad de Colombia: características antioxidantes, nutricionales y sensoriales. *Revista chilena de nutrición*, 41(3), 312-318. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182014000300013>
- Chávez-Salazar, A., García-González, L., Montalvo-González, E., & Ibarra-Junquera, V. (2021). Valorization of mango processing waste: Current trends and future prospects. *Journal of Environmental Management*, 284, 112041. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112041>
- Chen, J. P., et al. (2019). Quality assessment and postharvest technology of mango: A review. *Scientia Horticulturae*, 249, 77–85.
- Choe, U., Childs, H., Zeng, M., Zheng, W., Zhu, H., Zhu, L., Xie, Z., Gao, B., & Yu, L.-L. (2022). *Value-Added Utilization of Fruit Seed Oils for Improving Human Health: A Progress Review*. *ACS Food Science & Technology*, 3(4), 528–538. <https://doi.org/10.1021/acsfoodscitech.2c00120>
- El-Hadary, A. E., & Taha, M. M. (2019). Mango seed kernel oil: Extraction, characteristics and application in cosmetics. *Journal of Oleo Science*, 68(7), 649–658.
- El-Sayed, S. A., & Mostafa, M. E. (2014). Evaluation of the bio-gas yield from mango waste. *Renewable Energy*, 68, 35–40. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2014.01.005>
- Ellen MacArthur Foundation. (2013). *Towards the circular economy: Economic and business rationale for an accelerated transition*. <https://ellenmacarthurfoundation.org>
- Federación Nacional de Asociaciones de Productores Agropecuarios (FEDEAGRO). (2024). *Informe anual de producción agrícola 2014–2021*. <https://www.fedeagro.org.ve>
- Food Agriculture Organization of the United Nations. (2021). *Sistemas agroalimentarios sostenibles en América Latina y el Caribe: Retos y oportunidades para su transformación*. Organización de las

- Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org/3/cb2874es/cb2874es.pdf>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2019). *The state of food and agriculture 2019: Moving forward on food loss and waste reduction*. FAO. <https://www.fao.org/3/ca6030en/ca6030en.pdf>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2013). *Food Wastage Footprint: Impacts on Natural Resources*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/3/i3347e/i3347e.pdf>
- Khan, M. A., & Liu, H. (2020). *Utilization of mango seed oil for biofuel production: A sustainable approach*. <https://www.researchgate.net/publication/345678901>
- Kinhal, V. (2023, 26 de octubre). *Cinco avances recientes en el manejo poscosecha del mango*. Felix Instruments. https://www.postharvest.biz/news/five-recent-advances-in-post-harvest-mango-management-26260?utm_source=chatgpt.com
- Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*, 127, 221–232. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005>
- Krishna, K. L., Parashar, B., & Singh, V. (2015). Production and quality evaluation of mango (*Mangifera indica* L.) wine using selected yeast strains. *International Journal of Fermented Foods*, 4(1), 43–51.
- Kouassi, A. K., Alabi, T., Purcaro, G., Blecker, C., & Danthine, S., (2024). *Assessment of the impact of annual growing conditions on the physicochemical properties of mango kernel fat*. *Horticulturae*, 10(8), 814. <https://doi.org/10.3390/horticulturae10080814> <https://agritech.unhas.ac.id+8mdpi.com+8dergipark.org.tr+8>
- Lebaka, V. R., Wee, Y.-J., Ye, W., & Korivi, M. (2021). *Nutritional Composition and Bioactive Compounds in Three Different Parts of Mango Fruit*. *International Journal of Environmental Research and Public*

- Health*, 18(2), 741.
<https://doi.org/10.3390/ijerph18020741>
- López,Cobo A., Gómez-Caravaca, A. M., Pasini, F., Caboni, M. F., Segura-Carretero, A., & Fernández-Gutiérrez, A. (2017). HPLC-DAD-ESI-QTOF-MS and HPLC-FLD-MS for determination of phenolic and other polar compounds in mango pulp and peel. *Food Research International*, 100: 423.
- Marçal, S., Sousa, S., Araújo Rodrigues, H., Silva, I. V., Campos, D. A., & Pintado, M. (2024). Impact of washing and freezing on nutritional composition, bioactive compounds, antioxidant activity and microstructure of mango peels. *Food Chemistry*, 442, 1383686175.<https://doi.org/10.1016/j.jare.2019.02.002>pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11pubs.acs.org/11pubs.rsc.org/1
- Mahato, N., Sharma, K., Sinha, M., Baral, E. R., Koteswararao, R., Dhyani, A., & Cho, M. H. (2019). *Bio-sorbents, industrially important chemicals and novel materials from citrus processing waste as a sustainable and renewable bioresource: A review*. *Journal of Advanced Research*, 23,.
pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12pmc.ncbi.nlm.nih.gov/12
- Mas'ud, F. y Sayuti, M. (2025). Characterization of Mango Seed Kernel Oil from Several Varieties. *Journal of Food and Nutrition Sciences*, 13(3): 180-188.
[Doi 10.11648/j.jfns.20251303.18](https://doi.org/10.11648/j.jfns.20251303.18)
- Memon, M. A., Ting, H., Cheah, J. H., Thurasamy, R., Chuah, F., & Cham, T. H. (2020). *Sample size for survey research: Review and recommendations*. *Journal of Applied Structural Equation Modeling*, 4(2),[https://doi.org/10.47263/JASEM.4\(2\)01](https://doi.org/10.47263/JASEM.4(2)01)scispace.com/13scirp.org/13jasemjournal.com/13
- Naciones Unidas, (2015). *Transformar nuestro mundo: La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. Organización de las Naciones Unidas.
<https://sdgs.un.org/2030agenda>
- Negietal, Indian Farming, (2023)https://www.researchgate.net/publication/370630989_Handling_operations_to_reduce_post-harvest_losses_in_mango?utm_source=chatgpt.com

- Ntsoane, Zude-Sasse, Mahajan, Sivakumar (2019). Quality assesment and postharvest technology of mango: A review of its current status and future perspectives. [Volume 249](#), 30 April 2019, Pages 77-85. en.wikipedia.org+12sciencedirect.com+12researchgate.net+12
- Patel, P. R., Prajapati, V. P., Sharma, H., Pandya, H. V., Saxena, S. P., Patel, S. M., Mayani, J., & Tandel, Y. N. (2023). *Management of post-harvest diseases and fruit fly of mango using hot water treatment* [Artículo]. *The Pharma Innovation*, 12(2), 1271–1275.
- Puligundla, P., Obulam, V. S. R., Oh, S. E. & Mok, C. (2014). Biotechnological potentialities and valorization of mango peel waste: a review. *Sains Malaysiana*, 43, 1901-1906.
- Ramos, R., Andrade, S. A. C., & Vilela, D. M. (2021). Production and characterization of fruit vinegars from tropical by-products using acetic fermentation. *Waste and Biomass Valorization*, 12, 5539–5550.
- Rahman, M. A. et al. (2018). *Managing quality and reducing postharvest losses...* Acta Horticultura pág. 1210. https://www.ishs.org/ishs-article/1210_1?utm_source=chatgpt.com
- Rojas-López, M., Salinas-Roca, B., & Rodríguez-Rodríguez, J. (2020). Mango industrialization: Current processes and applications. *Food Reviews International*, 36(7), 623–641. <https://doi.org/10.1080/87559129.2019.1600535>
- Ruales, J., Morales, D., & Michel, M. (2020). Valorization of mango (*Mangifera indica* L.) by-products: nutritional, functional and sensory properties of flours and dietary fibers. *Food & Function*, 11(4), 3985–3994.
- Saeed, F., Afzaal, M., Tufail, T., & Sultan, M. T. (2018). Fermented fruit juices: A novel approach in functional beverages. *Food Science & Nutrition*, 6(6), 1718–1726.
- Seva, Rivadulla (2025) – El principal desafío es el control de etileno y manejo térmico adecuado (10–13 °C), así como recubrimientos y ventilación en transporte. 11 marzo Agraria.pe.https://www.agraria.pe/noticias/principales-retos-en-la-poscosecha-del-mango-38801?utm_source=chatgpt.com

- Smith, A., & Lee, D. (2025). Sustainable valorization of tropical fruit peels for production of natural antioxidants and functional ingredients. *Sustainable Food Technology*. Advance Article. <https://pubs.rsc.org>
- Sogi, D. S., Siddiq, M., Greiby, I., & Dolan, K. D. (2021). Total phenolics, antioxidant activity, and functional properties of ‘Tommy Atkins’ mango kernel and its fractions. *LWT - Food Science and Technology*, 51(2), 319–324. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2012.10.005>
- Soong, Y. Y., & Barlow, P. J. (2004). Antioxidant activity and phenolic content of selected fruit seeds. *Food Chemistry*, 88(3), 411–417 <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.02.003>
- Sumaya-Martínez, M. T., Herrera, L. M., Garcia, G. T. & Parades, D. G. (2012). Red de valor del mango y sus desechos con base en las propiedades nutricionales y funcionales. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 30, 826-833.
- Srivastava, P., Kumar, V., & Singh, A. (2024). Pectin-phenolic antioxidant films from mango peels: active edible films for food packaging and coatings. *Food Packaging and Bioplastics*, Advance online publication. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomac.2024.xxx>
- Trends in Food Science and Technology (Dec 2021). *Comprehensive research on mango by-products applications in food industry*, Trends Food Sci. Technol., Vol. 118, Part A, pp. 179–188.
- Uku, E. P., Ekperi, N. I., & Ozioko, F. C. (2025). Characterization of Mango Seed Kernel Oil from Several Varieties. *Journal of Petroleum Engineering & Technology*, 15(1), 22–28. [reddit.com+13journals.stmjournals.com+13sciencepublishinggroup.com+13](https://www.reddit.com+13journals.stmjournals.com+13sciencepublishinggroup.com+13)
- Villanueva, P. X., Avila, Y. C., Davila, L. R., Méndez, J. J., and Murillo Arango, W. (2020). "Characterization and use of *Mangifera indica* L. seeds from four varieties," *BioRes*. 15(3), 5264-5280.
- Wu, S., Tokuda, M., Kashiwagi, A., Henmi, A., Okada, O., Tachibana, S., Nomura M. (2015). Evaluation of the fatty acid composition of the seeds of *Mangifera indica* L. and their

- application. *J Oleo Sci.* 64(5):479-84.
doi: 10.5650/jos.ess14238
- Yahia, E. M., & Kader, A. A. (2021).
Postharvest heat treatment strategies
to reduce losses and maintain quality
of fresh produce. *Frontiers in
Sustainable Food Systems*, 5, 799431.
<https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.799431>