

2023-11-28

Aprovechamiento de la cáscara de Mangifera indica L. var. “haden” para la obtención de antioxidantes con potencial uso industrial

Juan Sebastián Lora Álvarez
Universidad de La Salle, Bogotá, jlora24@unisalle.edu.co

Vanessa Gómez
Universidad de La Salle, Bogotá, mvgomez@unisalle.edu.co

Sara Emilia Giraldo Quintero
Universidad de La Salle, Bogotá, sgiraldo@unisalle.edu.co

Follow this and additional works at: <https://ciencia.lasalle.edu.co/ruls>



Part of the [Arts and Humanities Commons](#), [Education Commons](#), and the [Public Affairs, Public Policy and Public Administration Commons](#)

Citación recomendada

Lora Álvarez, J. S., V.Gómez, y S.E. Giraldo Quintero (2023). Aprovechamiento de la cáscara de Mangifera indica L. var. “haden” para la obtención de antioxidantes con potencial uso industrial. Revista de la Universidad de La Salle, (92),.

This Artículo de investigación is brought to you for free and open access by the Revistas de divulgación at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Revista de la Universidad de La Salle by an authorized editor of Ciencia Unisalle. For more information, please contact ciencia@lasalle.edu.co.

Aprovechamiento de la cáscara de *Mangifera indica* L. var. "haden" para la obtención de antioxidantes con potencial uso industrial

Juan Sebastián Lora Álvarez¹ /Vanessa Gómez² /Sara Emilia Giraldo Quintero³

Versión Online First: 2 de marzo de 2024

Cómo citar este artículo: Lora Álvarez, JS., Gómez, V., Giraldo Quintero, SE. Aprovechamiento de la cáscara de *Mangifera indica* L. var. "haden" para la obtención de antioxidantes con potencial uso industrial. RULS. 2023;92. Disponible en <https://doi.org/10.19052/ruls.vol1.iss92.8>

Resumen

Año tras año, la agroindustria genera subproductos que se desechan en grandes cantidades. Aunque en su mayoría son biodegradables, estos pueden aprovecharse al darles un segundo uso en la industria, de manera que se generen beneficios económicos y se reduzca la contaminación ambiental. El mango (*Mangifera indica*) ocupa el quinto lugar en la producción mundial de cultivos frutales, y en Colombia genera 25 362 hectáreas cultivadas por año. Esta fruta es rica en compuestos bioactivos como ácido ascórbico, carotenoides y compuestos fenólicos, los cuales tienen propiedades antioxidantes y bioquímicas que se pueden aprovechar en la industria. Este trabajo tuvo como objetivo evaluar la actividad antioxidante y el contenido fenólico en la cáscara del mango. Para ello se partió de 20 lb de fruta, lo que generó 160 g de harina de cáscara seca, a partir de la cual se obtuvo el extracto etanólico con un 36,49% de rendimiento, luego se cuantificaron los fenoles por el método de Folin-Ciocalteu y la actividad antioxidante por el método DPPH (2,2-difenil-picril-hidrazilo). Los resultados mostraron 67,15 mgGAE/g de fenoles y 97,11% de actividad antioxidante. Lo anterior muestra que la cáscara del mango, y en especial los compuestos fenólicos que contiene, pueden ser aprovechados para generar productos con antioxidantes en la industria cosmética, farmacéutica y/o alimenticia.

Palabras claves: *Mangifera indica*, mango; antioxidantes; bioeconomía; economía circular

Tipología del artículo: artículo de investigación

¹ Estudiante de Biología, Integrante Semillero Biopro, Universidad de La Salle, Bogotá. jlora24@unisalle.edu.co.

² Química, Magíster en Ciencias-Bioquímica, Doctora en Ciencias-Química, líder Semillero Biopro, docente investigador Universidad de la Salle, Bogotá. mvgomez@unisalle.edu.co.

³ Química Farmacéutica, Doctora en Ciencias Farmacéuticas, docente investigador, Universidad de la Salle, Bogotá. sgiraldo@unisalle.edu.co



INTRODUCCIÓN

El modelo económico tradicional en el que se usa y se descarta tiene un gran impacto ambiental, genera escasez y ha mostrado su incapacidad de llevar un desarrollo sostenible. Por ejemplo, el sector agroindustrial produce residuos, los cuales se desechan en grandes cantidades, lo que genera contaminación ambiental en aguas, suelos y atmósfera, que además ponen en peligro la salud humana y el nicho ecológico de muchas especies animales y vegetales (Vargas y Vargas et al., 2019). En contraste, en el modelo de economía circular, los desechos son considerados un recurso que se debe estudiar y explotar para generar insumos que sirvan como base para desarrollar productos de consumo humano o animal, favoreciendo un desarrollo realmente sostenible en conjunto con la naturaleza (Ho et al., 2023). A partir de esta idea surge un nuevo término, la *bioeconomía*, la cual se refiere a las actividades económicas que aplican procesos o principios biológicos para crear nuevos productos, servicios y materias primas en el marco de una economía sostenible (The German Bioeconomy Council, 2015).

El mango (*Mangifera indica*) es una de las frutas tropicales más importantes del mundo y ocupa el quinto lugar en la producción mundial total de los principales cultivos frutales; en Colombia, es una de las frutas que tiene un alto volumen de producción, generando anualmente 25 362 hectáreas cultivadas, de las cuales se cosechan ~21 057, que producen ~261 794 toneladas de fruta, con rendimientos promedios de 12,4 toneladas por hectárea al año (DANE, 2015). Al ser una fruta de temporada muy perecedera, padece de una tasa alta de desperdicios después de la cosecha debido a la manipulación inadecuada; a esto se suma el hecho de que la mala tecnología poscosecha limita a gran escala la producción anual, ya que es responsable de casi el 60-80% de las pérdidas (Eddahhaoui et al., 2022). En la industria, a partir de esta fruta se produce jugo, néctar, puré, mermelada, encurtidos, salsas picantes y rebanadas enlatadas y secas que no incluyen las pepas ni la piel (Marçal & Pintado, 2021). Se estima que cerca del 35 al 60% de la fruta corresponde a estos productos de desecho que equivaldrían alrededor de quince a veinticinco millones de toneladas de desperdicio anual en el mundo (Marçal & Pintado, 2021). Esta fruta es rica en compuestos bioactivos, se le considera una fuente de antioxidantes dietarios gracias a la presencia de ácido ascórbico, carotenoides y compuestos fenólicos, los cuales protegen al cuerpo de enfermedades y de la degeneración que ocasionan los radicales libres; además, tienen propiedades medicinales, entre ellas antibacterianas, antimicrobianas, antidiabéticas, anticancerígenas y antiinflamatorias (Eddahhaoui et al., 2022). Gran porcentaje



Online First

de dichos compuestos se encuentran concentrados en las cáscaras del mango, las cuales contienen fenoles, vitamina c, carotenoides, antocianinas y flavonoides, sin embargo, son eliminadas en las grandes industrias como un producto de desecho, además de ser reemplazadas en los productos finales por antioxidantes y preservantes de origen sintético que pueden presentar riesgos toxicológicos (Abdul Aziz et al., 2012). Por tanto, el objetivo de esta investigación fue evaluar la actividad antioxidante y determinar el contenido fenólico de la cáscara del mango *Mangifera indica* de la variedad *haden* presente en Colombia, como una fuente potencial de sustancias activas de interés alimenticio o farmacéutico.

METODOLOGÍA

PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS

Las muestras se prepararon de acuerdo con las metodologías planteadas por Marcillo-Parra et al. (2021) y Abdul Aziz et al. (2012). Primero, las frutas maduras (*Mangifera indica* "Haden") obtenidas (~20 lb) de un cultivo privado, ubicado en el departamento de Cundinamarca, municipio La Mesa (4,6363979, -74,4606184), a una altitud de 1200 msnm y una temperatura media de 22 °C, se seleccionaron sin defectos y/o trastornos fisiológicos, y se pasaron por un proceso de pelado y separado a mano de la pulpa, cáscara y semillas. Posteriormente, las cáscaras de mango frescas (500 g) cortadas en rodajas se pusieron en remojo en una solución de metabisulfito de sodio (0,1% p/v) a temperatura ambiente (19 ± 2 °C) durante treinta minutos, la cual sirvió como agente blanqueador y previno la oxidación. Seguido a esto, las muestras se secaron en un secador de aire caliente (Equipo de la Red de Laboratorios de la Universidad de La Salle) entre 40-50° C durante 24 h. Las rodajas secas se molieron hasta obtener un polvo fino utilizando una trituradora de mesa (Equipo de la Red de Laboratorios de la Universidad de La Salle). Finalmente, las harinas obtenidas se tamizaron y conservaron a temperatura ambiente (25 ± 1 °C) en bolsas de polietileno herméticas resellables, protegidas de la luz, para su posterior utilización.

PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS

El extracto se preparó siguiendo lo reportado por Abdul Aziz et al. (2012), homogenizando la harina obtenida (100 g) en 200 ml de etanol (80%), con agitación magnética durante una hora. Posteriormente, las muestras se filtraron empleando papel de filtro Whatman n.º 1 y se



Online First

centrifugaron a 3000 rpm por 15 min. El extracto etanólico se secó al vacío mediante evaporador rotatorio a ≤ 40 °C y 50 rpm (IKA RV 10). Para terminar de eliminar el etanol completamente, el extracto se secó en un horno (Equipo de la Red de Laboratorios de la Universidad de La Salle) a 40 °C, hasta alcanzar peso constante. A partir de la cantidad de harina empleada y de extracto seco obtenido se determinó el porcentaje de extracción. El extracto etanólico seco se mantuvo almacenado bajo refrigeración y protegido de la luz.

CONTENIDO FENÓLICO

Los compuestos fenólicos se cuantificaron siguiendo el ensayo de Folin-Ciocalteu modificado, reportado por Hernández-Moreno et al. (2022), utilizando un lector de placas ELISA (Multiskan Sky Thermo Scientific). Se preparó una curva patrón de ácido gálico (GAE) como control positivo, con una solución estándar de 0,1 mg/mL y se realizaron cinco diluciones dobles seriadas, completando el volumen de cada una a 500 uL con agua destilada. Posteriormente, 10 mg de extracto se disolvieron en 1 mL etanol, y se diluyó en una proporción 1:5 con agua destilada. En caso de que el extracto diera un valor fuera de la curva de calibración este se diluyó tanto como fue necesario. A cada muestra se le adicionó 250 μ L del reactivo de Folin-Ciocalteu 1 N, se dejó actuar por cinco minutos y luego se añadió 1250 μ L de Na₂CO₃ al 20%. Las muestras se dejaron reposar por 2 h y la absorbancia se midió a 760 nm en el lector de placas, sembrando en una microplaca (véase la figura 1). La muestra se cuantificó por triplicado y los resultados se expresaron en mg de ácido gálico por g de extracto (mgGAE/g extracto).

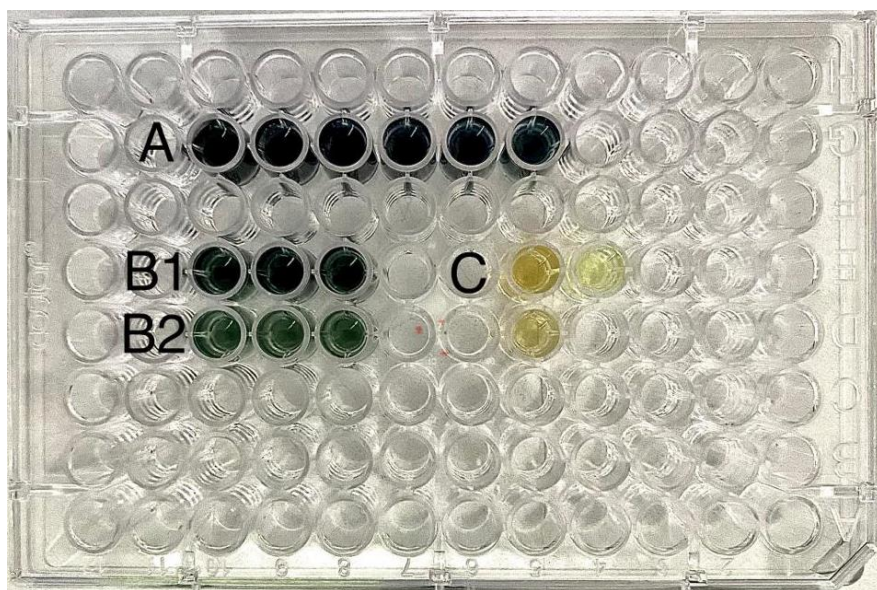


Figura 1. Ensayo Folin-Ciocalteu sembrado en microplaca. A: curva de calibración GAE (100 a 3,13 ppm). B1: extracto diluído 1:5 por triplicado. B2: extracto diluído 1:10 por triplicado. C: controles negativos.

EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE

Para la evaluación de la actividad antioxidante se siguió la metodología planteada por Hernández-Moreno et al. (2022). Se empleó el método DPPH (2,2-difenil-picril-hidrazilo) empleando microplacas de 96 pozos. En cada pozo se adicionó 140 μ L de DPPH (0,06 mg/mL) y 50 μ L de extracto (10 mg/ mL); después de 30 min se midió la absorbancia a 515 nm en el microlector de placas multiskan (Thermo Scientific). Como controles positivos, se usaron ácido gálico (0,075 mg/mL) y quercetina (5 mg/L). A modo de control negativo se empleó DPPH con 50 μ L de etanol. Los ensayos se realizaron por triplicado y los resultados fueron expresados como porcentaje de eliminación del radical libre DPPH (ecuación 1), donde A_c es la absorbancia de la solución metanólica DPPH y A_t es la absorbancia de la muestra.

$$\text{Actividad Antioxidante \%} = \left(\frac{A_c - A_t}{A_c} \right) \cdot 100$$

Ecuación 1

RESULTADOS

EXTRACCIÓN

Al finalizar el procesamiento de las cáscaras, se obtuvo 160 g de harina, la cual era color beige oscuro con presencia de partículas en tonos rojizos y amarillos; posteriormente, dicha harina se hidrató en etanol y pasó por secado en el rotavapor para, finalmente, obtener 58,39 g de extracto, con un color ámbar de consistencia espesa y pegajosa. Por último, el porcentaje de rendimiento arrojó un valor de 36,49%.

CONTENIDO FENÓLICO Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE

Se cuantificó el contenido de fenoles y la actividad antioxidante presentes en la cáscara del mango (véase la tabla 1). El contenido fenólico en el extracto etanólico de *M. indica* alcanzó un valor de 67,15 mgGAE/g, el cual estaba en el rango de la curva de calibración de GAE (véase la



Online First

figura 2), que presentó un R^2 de 0,9883. Las barras de error para cada punto no se logran apreciar debido a que las desviaciones estándar presentaron valores $< 0,01$.

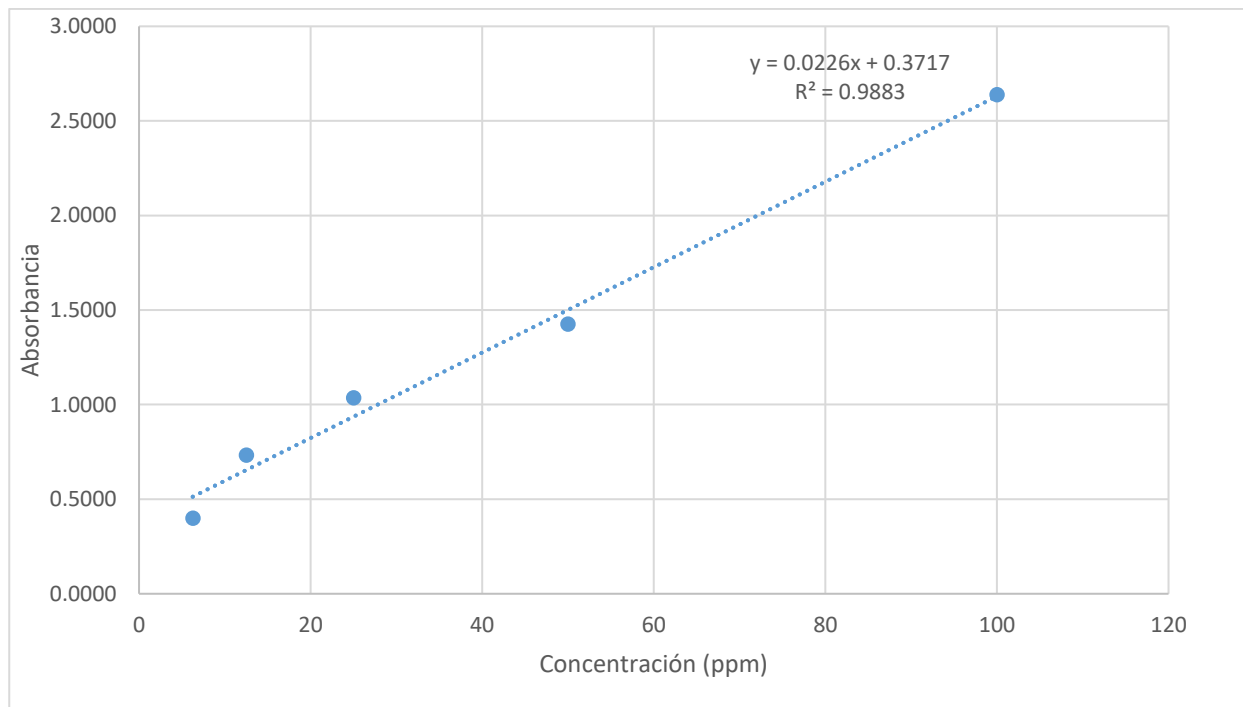


Figura 2. Curva de calibración del GAE para la determinación de la concentración de fenoles en el extracto. Se evaluaron concentraciones de ácido gálico de 6,25 a 100 ppm por triplicado, donde cada punto representa el promedio de las tres mediciones.

En cuanto a la actividad antioxidante, el porcentaje de eliminación del radical libre DPPH fue de 97,11%, valor similar al de los controles positivos quercetina y GAE, los cuales arrojaron un porcentaje de inhibición de 96,68 y 95,78%, respectivamente. Este radical es susceptible de reaccionar con compuestos antioxidantes a través de un proceso caracterizado por la cesión de un átomo de hidrógeno proporcionado por el agente antioxidante, por ende, es un indicativo preciso y eficaz de dicha actividad (Guija-Poma et al., 2015).

Tabla 1. Valores contenido fenólico y actividad antioxidante

	Contenido fenólico (mgGAE/g)	Porcentaje de eliminación del radical libre DPPH (%)
--	---------------------------------	---



Extracto <i>Mangifera indica</i>	67,15 ± 2,36	97,11% ± 0,96%
----------------------------------	--------------	----------------

Fuente:Elaboración propia

DISCUSIÓN

El constante aumento de las problemáticas ambientales generadas directa o indirectamente por el modelo de economía tradicional requiere de soluciones novedosas que apunten al aprovechamiento de submaterias o productos de desecho, dándoles un valor agregado que a su vez vaya en pro del desarrollo sostenible. Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en este estudio, se comprueba que la cascara del mango presenta biomoléculas de interés que combaten los radicales libres; esto puede ser evidenciado por el alto porcentaje de actividad antioxidante conseguido (97,11%), valor superior a lo reportado para *Mangifera indica* L. por Benites Vélchez et al. (2011), siendo este de ~ 91% de actividad antioxidante. Además, el extracto obtenido presentó un contenido fenólico superior a lo reportado por Marcillo-Parra et al. (2021), el cual fue de 66,24 ± 1,75 mgGAE/g. Esta variación de contenido fenólico y porcentaje de actividad antioxidante puede estar predispuesta por diferentes factores, tales como la base genética, las prácticas agronómicas, la etapa de cosecha y las condiciones ambientales (Marcillo-Parra et al., 2021).

Cabe destacar que estos metabolitos sólo fueron estudiados en la cáscara del mango con el fin de darle un segundo uso a esta biomasa, de manera que se evaluó únicamente el contenido fenólico y la actividad antioxidante; sin embargo, tomando como base lo reportado por Marcillo-Parra et al. (2021), se tiene conocimiento que dentro de esta hay presencia de muchas otras biomoléculas, tales como β-carotenos, flavonoides, ácido gálico, catequinas, mangiferina, quercetina, ácido ferúlico y epicatequinas, que pueden ser aplicadas en diversos campos, como, por ejemplo, la industria farmacéutica, alimenticia y cosmética. Un claro ejemplo de esto es el estudio realizado por Khan et al. (2022), en el que se evaluaron nanopartículas lipídicas cargadas del extracto de *Mangifera indica* con el fin de crear una formulación tópica ecológica que aumentará la eficacia antienviejecimiento y abordará el déficit de penetración de la piel frente a las biomoléculas contenidas en dicho extracto; por consiguiente, se concluyó en ese estudio que la actividad antioxidante contenida en el extracto de *M. indica* representa un adecuado agente antienviejecimiento en formulaciones farmacéuticas.



Online First

Otro caso relevante es el estudio realizado por Manzoor et al. (2022), en el que se implementa el extracto de las cáscara de mango (MPE) en la producción de salchichas de pollo. Esto con el fin de mejorar la estabilidad oxidativa de los lípidos, la actividad antioxidante, el contenido fenólico y el color general de las salchichas. Los resultados demostraron que las salchichas modificadas con MPE exhibieron un contenido superior de tioles y un contenido reducido de carbonilo que dificulta la oxidación de proteínas. En cuanto a la industria farmacéutica, el estudio de Sriamornsak et al. (2022) buscaba desarrollar varias formulaciones que incorporaran extractos de cáscara de *Mangifera indica* para evaluar su eficacia antibacteriana y su citotoxicidad. Los resultados arrojaron que el extracto no presentó efectos citotóxicos en la piel humana, y a la vez sus emulsiones y microemulsiones fueron capaces de inhibir el crecimiento bacteriano de *Staphylococcus aureus*, de modo que resultaron prometedoras para el desarrollo de formulaciones de uso tópico con actividad antibacteriana.

Finalmente, se recalca la relevancia de ejecutar estudios futuros sobre las demás biomoléculas, así como profundizar en la microencapsulación de estos compuestos, con el fin de ampliar el espectro de acción y los beneficios del extracto de esta fruta, aumentando su valor agregado y su beneficio para la salud humana.

CONCLUSIONES

El contenido fenólico (67,15 mgGAE/g) y la actividad antioxidante (97,11%± 0,96% de eliminación de DPPH) obtenidos del extracto de la cáscara del mango demuestran su importancia y utilidad como subproducto, de manera que sugieren niveles significativos de biomoléculas provechosas que si se implementan siguiendo los lineamientos correctos a productos de la industria alimenticia, farmacéutica y cosmética, pueden presentar diversos beneficios en la salud humana, y a su vez reemplazar a las moléculas sintéticas usadas usualmente en estas industrias, con lo cual se reduce su riesgo toxicológico sobre el cuerpo humano. Adicionalmente, es relevante destacar el hecho de que se estaría dando valor agregado a un subproducto que, por lo general, se desecha en grandes cantidades, lo que permitiría hacer la transición del cultivo de mango hacia un modelo de economía circular sostenible.



REFERENCIAS

- Abdul Aziz, N. A., Wong, L. M., Bhat, R. & Cheng, L. H. (2012). Evaluation of Processed Green and Ripe Mango Peel and Pulp Flours (*Mangifera Indica* Var. Chokanan) in Terms of Chemical Composition, Antioxidant Compounds and Functional Properties. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 92(3), 557-563. <https://doi.org/10.1002/jsfa.4606>
- Benites Vílchez, J., Díaz García, R., López Vivar, J., Solari, S. G., Fuschlocher, F. K. & Arredondo, M. R. (2011). Actividad antioxidante y antibacteriana de seis cáscaras de frutos del oasis de Pica. Antioxidant and antibacterial activities of six fruits peels from Pica oasis. *Biofarbo*, 19(1).
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2015). *Boletín mensual insumos y factores asociados a la producción agropecuaria*. https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/Bol_Insumos31_ene_2015.pdf
- Eddahhaoui, F. Z., Boudalia, M., Harhar, H., Chahboun, N., Tabyaoui, M., Guenbour, A., Zarrouk, A. & Bellaouchou, A. (2022). Effect of the Extraction Technique on the Bioactive Compounds and the Antioxidant Capacity of the *Chamaerops Humilis* L. Fruit (pulp and seeds). *Chemical Data Collections*, 40. <https://doi.org/10.1016/j.cdc.2022.100882>
- Guija-Poma, E., Inocente-Camones, M. Á., Ponce-Pardo, J. & Zarzosa-Norabuena, E. (2015). Evaluación de la técnica 2,2-Difenil-1-Picrilhidrazilo (DPPH) para determinar capacidad antioxidante. *Horizonte Médico (Lima)*, 15(1), 57-60. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-558X2015000100008&lng=es&tlng=es
- Hernández-Moreno, L. V., Salazar, J. R., Pabón, L. C. & Hernández-Rodríguez, P. (2022). Actividad antioxidante y cuantificación de fenoles y flavonoides de plantas colombianas empleadas en infecciones urinarias. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 25(1). <https://doi.org/10.31910/rudca.v25.n1.2022.1690>
- Ho, O. T. K., Gajanayake, A. & Iyer-Raniga, U. (2023). Transitioning to a State-Wide Circular Economy: Major Stakeholder Interviews. *Resources, Conservation & Recycling Advances*, 19. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2667378923000354>
- Khan, Z. U., Khan, T., Mannan, A., Ali, A., & Ni, J. (2022). In Vitro and Ex Vivo Evaluation of *Mangifera Indica* L. Extract-Loaded Green Nanoparticles in Topical Emulsion against Oxidative Stress and Aging. *Biomedicines*, 10(9). <https://doi.org/10.3390/biomedicines10092266>



- Manzoor, A., Ahmad, S. & Yousuf, B. (2022). Effect of Bioactive-Rich Mango Peel Extract on Physicochemical, Antioxidant and Functional Characteristics of Chicken Sausage. *Applied Food Research*, 2(2). <https://doi.org/10.1016/j.afres.2022.100183>
- Marcillo-Parra, V., Anaguano, M., Molina, M., Tupuna-Yerovi, D. S. & Ruales, J. (2021). Characterization and Quantification of Bioactive Compounds and Antioxidant Activity in Three Different Varieties of Mango (*Mangifera indica* L.) peel From the Ecuadorian Region Using HPLC-UV/VIS and UPLC-PDA. *NFS Journal*, 23, 1-7. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.nfs.2021.02.001>
- Marçal, S. & Pintado, M. (2021). Mango Peels as Food Ingredient/Additive: Nutritional Value, Processing, Safety and Applications. *Trends in Food Science & Technology*, 114, 472-489. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924224421003861>
- Sriamornsak, P., Polat, A., Torabi, B., Krongrawa, W., Krüger-Genge, A., Storsberg, J., Seidler, T. & Kumpugdee-Vollrath, M. (2022). Development of Topical Formulations with Antibacterial Efficacy from Peel Extract of *Mangifera indica*: Emulsions and Micro-emulsions. *Tropical Journal of Natural Product Research*, 6(12), 2014-2019. <https://doi.org/10.26538/tjnpr/v6i12.19>
- The German Bioeconomy Council. (2015). *Bioeconomy Policy (part II): Synopsis of National Strategies Around the World*. The German Bioeconomy Council.
- Vargas y Vargas, M. de L., Figueroa Brito, H., Tamayo Cortez, J. A., Toledo López, V. M. & Moo Huchin, V. M. (2019). Aprovechamiento de cáscaras de frutas: análisis nutricional y compuestos bioactivos. *Ciencia Ergo Sum*, 26(2), 1-11. <https://doi.org/10.30878/ces.v26n2a692>

