

Las cáscaras de naranja: ¿Desechos de la agricultura o riqueza farmacéutica?

México se encuentra entre los diez primeros países con la mayor producción de cítricos, siendo Yucatán uno de los principales estados productores, en particular, de naranjas. Actualmente, la producción de cítricos se utiliza para la extracción de jugo para alimentos y bebidas. Sin embargo, las cáscaras de naranjas son desechadas o subutilizadas. En este ensayo abordamos una perspectiva del potencial médico y económico que existe en las cáscaras de naranja y que podrían ser una riqueza farmacéutica por su alto contenido de flavonoides, moléculas que han sido objeto de estudio para la prevención de la diabetes, hipertensión y la obesidad.

Palabras claves:
Citrus sinensis, diabetes,
hesperidina, hipertensión,
naringenina, obesidad.

ROLFFY ORTIZ-ANDRADE^{1,3}, JESÚS ALFREDO ARAUJO-LEÓN²,
GREGOREO CENTENO-HOIL¹, MICHELLE SANSORES-CHUC¹

¹Facultad de Química, Universidad Autónoma de Yucatán,
Calle 43 No. 613 × Calle 90, Col. Inalámbrica,
Mérida, Yucatán, 97069, México.

²Unidad de Bioquímica y Biología Molecular de Plantas,
Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C.,
Calle 43 No. 130 × 32 y 34, Col. Chuburná de Hidalgo,
Mérida, Yucatán, 97205, México.

³rolffy@correo.uady.mx

En los últimos años, los flavonoides han captado considerable atención en los ámbitos científico y médico. Estos compuestos naturales, ampliamente presentes en alimentos y plantas, se han estudiado principalmente por su destacado papel como antioxidantes. A nivel celular y molecular, los flavonoides ayudan a combatir la inflamación, lo cual resulta de gran importancia en diversas enfermedades. En el contexto de la actual pandemia provocada por el coronavirus tipo 2 (SARS-CoV-2), el interés en el estudio de los flavonoides se ha intensificado debido a su capacidad para mitigar los efectos inflamatorios en los pulmones, particularmente en casos de neumonías severas. Esta característica ha generado un camino de investigación prometedor, en busca de posibles agentes terapéuticos que puedan contrarrestar los efectos de la COVID-19 (enfermedad causada por el SARS-CoV-2) (Tutunchi *et al.*, 2020).

Además de su relevancia en el ámbito de las enfermedades virales, como la COVID-19, los flavonoides también han despertado el interés de los investigadores como posibles aliados en la lucha contra el cáncer. ¿Sabías que los flavonoides tienen propiedades antioxidantes? Esto significa, que pueden proteger nuestras células del daño causado por moléculas dañinas llamadas especies reactivas de oxígeno (EROs). Estos compuestos nocivos se generan debido a factores como la exposición al sol, la mala alimentación y la contaminación. Sin embargo, los flavonoides pueden neutralizar estas moléculas dañinas y reducir el daño que pueden causar en nuestro organismo. Esto es importante porque el estrés oxidativo, se ha

Editores responsables: Ivón M. Ramírez Morillo, Diego Angulo y Néstor E. Raigoza Flores

relacionado con el desarrollo de enfermedades como el cáncer. Por lo tanto, los flavonoides podrían ser una esperanza en la búsqueda de nuevas estrategias para combatir esta enfermedad (Nair *et al.*, 2018; Koolaji *et al.*, 2020).

Actualmente, datos recientes sobre la producción mundial de cítricos por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés) ubican a México como uno de los diez países con mayor producción de este alimento. En 2019, México tuvo una producción total de cítricos 8,414 toneladas, de las cuales, 4,737 fueron de naranja, representando un 56.3% de la producción total de cítricos del país (FAO, 2021). Yucatán, uno de los principales estados mexicanos productores de cítricos, se ha caracterizado por tener diferentes especies y variedades de este cultivo, donde sobresalen el limón italiano, persa, criollo, mandarina, naranja dulce, naranja agria, y toronja. La mayor densidad de actividad agrícola se ha centrado en los municipios de Peto, Oxkutzcab, Santa Elena, Akil, Dzan, Ticul, Tzucacab, Maní, Sacalum, Tekax y Samahil, municipios que han incrementado desde 1982 hasta la actualidad las hectáreas de producción, pasando de 7,663 ha hasta casi 20 mil (SIAP, 2022); en donde para la naranja dulce (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) se han destinado cerca del 77% de la superficie total cultivada, con una producción en 2022 de 185,109.11 toneladas (SIAP, 2022).

Las cifras anteriores son evidencia de que el cultivo de cítricos juega un rol importante en la economía nacional y estatal, siendo una fuente generadora de empleos y de desarrollo social, lo cual ha permitido intercambios mercantiles y económicos con diferentes países asiáticos en la exportación tanto de productos agrícolas como de las frutas y alimentos procesados como jugos y sus derivados. Es en este aspecto, donde además de la importancia del desarrollo económico y social mencionadas, existe una riqueza inexplorada a nivel alimenticio, comercial, agrícola, y científico.

Los desechos agrícolas derivados de los subproductos de las naranjas, especialmente las cáscaras, suelen ser pasados por alto y rara vez se aprovechan, incluso ocasionalmente, son empleadas como alimento para el ganado porcino. Sin embargo, un estudio realizado en la localidad de Oxkutzcab, Yucatán, ha puesto de manifiesto el potencial de

aprovechamiento de estos desechos en el basurero municipal. Según las investigaciones realizadas por Vargas-Carrasco (2014), se ha observado que estos residuos se pueden utilizar para producir composta, aunque su utilización se ha subestimado hasta el momento. De hecho, la producción total de abono a partir de estos desechos apenas alcanza unos 10 costales de 50 kg cada uno, lo que indica que no se está aprovechando su máximo potencial. Además, resulta complicado estimar con precisión la cantidad real de desperdicio orgánico generado por estos cultivos.

En las cáscaras de los cítricos, que son subproductos que a menudo se desechan, se ha demostrado a través de varios estudios científicos (Sattanaathan, 2011; Padilla-Camberos, 2014; Mahmoud, 2019; Peng *et al.*, 2021; Yamamoto, 2008) que existen diversas moléculas con un potencial médico y farmacéutico notable. Estas moléculas presentes en las cáscaras de naranjas dulces (*C. sinensis*), naranjas agrias (*Citrus aurantium* L.), limones (*Citrus limon* (L.) Osbeck) y mandarinas (*Citrus reticulata* Blanco) poseen propiedades antioxidantes, y pueden ser beneficiosas en el control de la diabetes y ayudar a regular la presión arterial elevada.

Este descubrimiento pone de manifiesto la posibilidad de brindar un valor agregado a las cáscaras de estas especies de *Citrus*, lo que a su vez podría impulsar oportunidades económicas, comerciales y científicas que hasta ahora no se han aprovechado en su totalidad. Estos hallazgos destacan la importancia de explorar y aprovechar el potencial oculto en los subproductos agrícolas para impulsar el desarrollo de nuevos productos y promover una mayor sostenibilidad en la industria citrícola.

En la morfología de las naranjas (Figura 1), se pueden identificar tres tejidos principales, 1) el flavedo es el tejido externo y rico en aceites esenciales que brindan el aroma característico a los cítricos, siendo el limoneno el compuesto orgánico más abundante en estos aceites (Yáñez Rueda *et al.* 2007); 2) El albedo, de color blanco, es rico en flavonoides, como la naringenina, naringina, rutina, hesperidina, quercetina y hesperetina, que poseen propiedades antioxidantes y beneficiosas para la salud; y por último, 3) el endocarpio, utilizado para obtener el jugo, es una fuente de vitamina C, vital para el sistema inmunológico (De la Rosa-Hernández *et al.* 2016). El albedo destaca como tejido de interés debi-

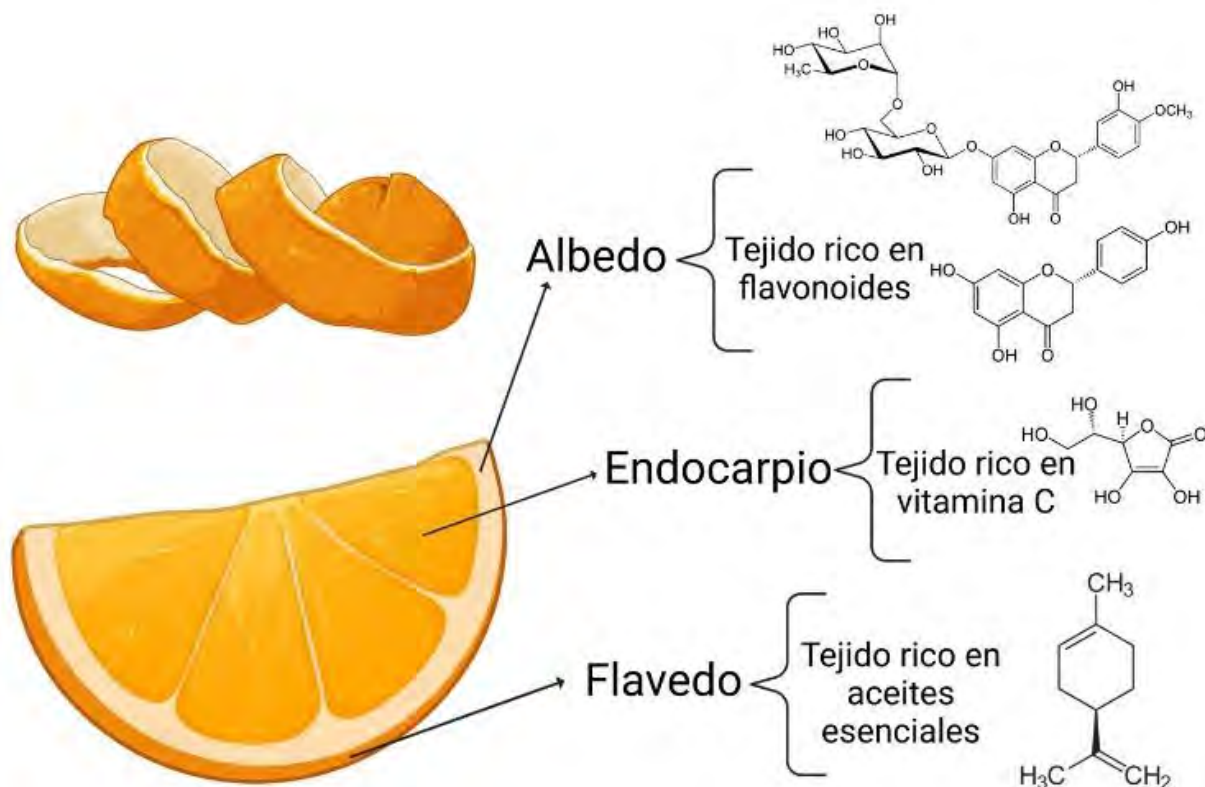


Figura 1. Morfología de los tejidos y composición química principal del fruto de naranja (Diagrama elaborado por J. A. Araujo-León mediante el uso de BioRender).

do a su contenido de flavonoides y su potencial impacto en la salud.

En nuestro grupo de trabajo, hemos explorado el albedo de las naranjas dulces (*C. sinensis*) de la comunidad de Oxkutzcab, Yucatán, encontrando una elevada concentración de hesperidina y naringenina, con lo cual, a través de estudios químicos, analíticos y farmacológicos logramos demostrar que estas moléculas tienen un importante efecto con aplicación en el tratamiento de la diabetes, la hipertensión y la obesidad, enfermedades del síndrome metabólico, el cual, hoy en día es una problemática de interés nacional y mundial por su elevada tasa de mortalidad.

Los resultados preliminares obtenidos en nuestro grupo de trabajo fueron alentadores y nos permitieron desarrollar una tableta (forma farmacéutica

sólida) que contiene una mezcla de hesperidina y naringenina, dos citroflavonoides obtenidos de la naranja dulce, de la cual, actualmente se ha concluido su evaluación de la etapa preclínica en modelos animales, demostrándose su aplicabilidad en el tratamiento del síndrome metabólico (Araujo-León *et al.*, 2022), además de sentar las bases para el inicio de estudios clínicos. Esta tableta cuenta con el potencial para sumarse a los actuales medicamentos que se encuentran en el mercado que contienen flavonoides como principio activo, tal es el caso del “Daflon 500®” tabletas con diosmina y hesperidina, y “Fabroven®”, una mezcla de extracto de *Ruscus aculeatus* L., hesperidina y vitamina C; ambos medicamentos son utilizados para el tratamiento auxiliar en el mejoramiento del sistema circulatorio (Montes de Oca Narváez *et al.*, 2007).

En conclusión, el estudio de los flavonoides es una tendencia a nivel mundial por sus efectos prometedores para mejorar la salud humana. Los medicamentos que existen actualmente en el mercado son limitados y el respaldo científico en intervenciones con humanos es pobre aún, por lo que queda mucho camino por avanzar. La búsqueda de nuevas fuentes naturales de flavonoides sigue siendo un reto, siendo las cáscaras de la naranja una fuente de riqueza farmacéutica que está siendo desaprovechada. En este sentido, al ser Yucatán un estado productor de esta fruta, aprovechar los desechos de estos cítricos podría, además de las bondades medicinales, ser una fuente de transformación económica y social, que impactaría significativamente sobre la agricultura del estado, favoreciendo a las familias yucatecas.

Referencias

- Araujo-León J.A., Ortiz-Andrade R., Hernández-Baltazar E., Hernández-Núñez E., Rivera-Leyva J.C., Yáñez-Pérez, V. Vazquez-Garcia P., Cicero-Sarmiento C.G., Sánchez-Salgado J.C., Segura-Campos M.R. 2022.** A Pharmacokinetic Study of Mix-160 by LC-MS/MS: Oral Bioavailability of a Dosage Form of Citroflavonoids Mixture. *Molecules* 27(2): 391.
- De la Rosa-Hernández M., Wong-Paz J., Muñiz-Márquez D., Carrillo-Inungaray, M., Sánchez-González, J. 2016.** Compuestos fenólicos bioactivos de la toronja (*Citrus paradisi*) y su importancia en la industria farmacéutica y alimentaria *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas* 47(2): 22-35.
- FAO. 2021.** Citrus Fruit Statistical Compendium 2020. Rome.
- Koolaji N., Shammugasamy B., Schindeler A., Dong Q., Dehghani F., Valtchev P. 2020.** Citrus peel flavonoids as potential cancer prevention agents. *Current Developments in Nutrition* 4(5): 1-20.
- Mahmoud A.M., Hernández-Bautista R. J., Sandhu M.A., Hussein O. E. 2019.** Beneficial effects of citrus flavonoids on cardiovascular and metabolic health. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity* 2019: 5484138.
- Montes de Oca-Narváez J., Alcántara-Torres V. M., Medina Peñaloza R.M. 2007.** Eficacia del FABROVEN en la sintomatología funcional de la insuficiencia venosa crónica de miembros inferiores. *Revista Mexicana Angiología* 35(2): 70-77.
- Nair S.A., Sr R.K., Nair A.S., Baby S. 2018.** Citrus peels prevent cancer. *Phytomedicine* 50: 231-237.
- Padilla-Camberos E, Lazcano-Díaz E, Flores-Fernandez J.M., Owolabi M.S., Allen K., Villanueva-Rodríguez S. 2014.** Evaluation of the inhibition of carbohydrate hydrolyzing enzymes, the anti-oxidant activity, and the polyphenolic content of *Citrus limetta* peel extract. *Scientific World Journal* 2014: 121760.
- Peng P., Jin J., Zou G., Sui Y., Han Y., Zhao D., Lui L. 2021.** Hesperidin prevents hyperglycemia in diabetic rats by activating the insulin receptor pathway. *Experimental and Therapeutic Medicine* 21(1): 53.
- Sattanathan K., Dhanapal, C. K., Umarani, R., Manavalan R. 2011.** Beneficial health effects of rutin supplementation in patients with diabetes mellitus. *Journal of Applied Pharmaceutical Science* 2011: 227-231.
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. 2022.** <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/yucatan-un-paraiso-del-campo> (Consultado el 06 de diciembre de 2022).
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2022.** <http://infosiap.siap.gob.mx/gobmx/datosAbiertos.php> (Consultado el 10 de julio de 2022).
- Tutunchi H., Naeini F., Ostadrahimi A., Hosseinzadeh-Attar M.J. 2020.** Naringenin, a flavanone with antiviral and anti-inflammatory effects: A promising treatment strategy against COVID-19. *Phytotherapy Research* 34: 3137-3147.
- Vargas-Carrasco F.J. 2014.** Acercamientos culturales al estudio de los residuos sólidos domésticos en Dzilam de Bravo y Emiliano Zapata, Oxtutz, Yucatán. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Yamamoto M., Suzuki A., Hase T. 2008.** Short-term effects of glucosyl hesperidin and hesperetin on blood pressure and vascular endothelial function in spontaneously hypertensive rats. *Journal of Nutritional Science and Vitaminology* 54 (1): 95-98.
- Yáñez-Rueda X., Lugo-Mancilla L.L., Parada-Parada D.Y. 2007.** Estudio del aceite esencial de

la cáscara de la naranja dulce (*Citrus sinensis*,
variedad Valenciana) cultivada en Labateca
(Norte de Santander, Colombia). *Bistua: Re-
vista de la Facultad de Ciencias Básicas* 5(1): 3-8.

Desde el Herbario CICY, 15: 160-164 (17-agosto-2023), es una publicación semanal editada por el Herbario CICY del Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C., con oficinas en Calle 43 x 32 y 34 No. 130, Col. Chuburná de Hidalgo, C.P. 97205, Mérida, Yucatán, México. Tel. 52 (999) 942-8330 Ext. 232, www.cicy.mx/Sitios/Desde_Herbario/, webmas@cicy.mx. Editores responsables: Ivón M. Ramírez Morillo, Diego Angulo y Néstor E. Raigoza Flores. Reserva de Derechos al Título Exclusivo No. 04-2016-041413195700-203, otorgado por el Instituto Nacional del Derecho de Autor, ISSN: 2395-8790. Responsable de la publicación: José Fernely Aguilar Cruz, Calle 43 x 32 y 34 No. 130, Col. Chuburná de Hidalgo, C.P. 97205, Mérida, Yucatán, México. Fecha de última modificación: 17 de agosto de 2023. Las opiniones expuestas por los autores no necesariamente expresan la postura del editor de la publicación. De la misma manera, la responsabilidad sobre la veracidad y la precisión de los contenidos, le corresponde totalmente a los autores de los ensayos.