

Determinación del contenido total de flavonoides presentes en residuos agroindustriales de frutas tropicales

Silvia Juliana Vargas Rueda⁴, Amner Muñoz Acevedo⁵, Eileen Xiomara Guerra, Martha Cervantes Díaz
Recibido: 10 de marzo del 2021. Recibido en revisión: 17 de abril del 2021. Aceptado: 3 de agosto del 2021
DOI: <https://doi.org/10.33132/27114260.1983>

Resumen

Los residuos agroindustriales provenientes del sector frutícola, derivados en su mayoría del consumo en fresco, comúnmente se desechan sin ningún tipo de aprovechamiento. Las cáscaras de frutas tropicales (principalmente de cítricos) tienen un alto contenido de polifenoles comparadas con la porción consumible del fruto, por lo que serían una fuente potencial para la recuperación de compuestos de valor agregado como los flavonoides, los cuales son de gran importancia para industrias como la alimenticia, la farmacéutica y la cosmética, debido a su amplio rango de actividades farmacológicas, tales como la anticancerígena, la antimicrobiana, la antioxidante, entre otras. En este estudio se obtuvieron extractos etanólicos de cáscaras frescas y secas de frutas tropicales (mandarina, naranja, lima, limón, banano, granadilla, maracuyá, mango y piña) por dos métodos de extracción (*soxhlet* y ultrasonido) y se estimó su contenido de polifenoles totales por medio del ensayo de Folin-Ciocalteu junto con el contenido total de flavonoides (método colorimétrico con AlCl_3). Las muestras fueron resultado del consumo en fresco de frutas tropicales en Bucaramanga y su área metropolitana. Los rendimientos de los extractos etanólicos obtenidos por los dos métodos estuvieron entre 2-39%. El contenido total de polifenoles (PFT) expresado como equivalentes a ácido gálico (AG) (μg PFTEAG/mg de extracto seco) osciló entre 23 ± 2 y 359 ± 24 ; mientras que, el contenido total de flavonoides (FT) expresado como equivalentes a rutina (R) (μg FTER/mg de extracto seco) se encontró entre 7 ± 1 y 191 ± 12 .

⁴ Grupo de Investigaciones Ambientales para el Desarrollo Sostenible (GIADS), Facultad de Química Ambiental, Universidad Santo Tomás, seccional Bucaramanga, Bucaramanga. silviajulianavargas@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-8423-3757>; martha.cervantes@ustabuca.edu.co, <https://orcid.org/0000-0002-4427-6872>

⁵ Departamento de Química y Biología, Universidad del Norte, Barranquilla. <https://orcid.org/0000-0003-2145-1495>

Palabras clave: flavonoides, frutas tropicales, polifenoles, residuos agroindustriales.

Introducción

Recientes estudios han demostrado que los fitoquímicos presentes en frutas y verduras son los principales compuestos bioactivos con beneficios para la salud humana. Estudios epidemiológicos han señalado que el consumo de frutas y verduras confiere beneficios para la salud, como por ejemplo la reducción del riesgo de enfermedad coronaria y accidente cerebrovascular, así como ciertos tipos de cáncer. Estos beneficios se atribuyen principalmente a los micronutrientes orgánicos, tales como los carotenoides, polifenoles, tocoferoles y vitamina C, entre otros (Kumoro *et al.*, 2020).

Los residuos generados por la industria alimentaria del sector de las frutas, ricos en compuestos de valor como azúcares, ácidos orgánicos, proteínas, aceites y vitaminas, etc., están constituidos por flavedos, albedos, segmentos de membrana y semillas, que tienen potencialidad como material de partida para la recuperación de compuestos flavonoides, los cuales se utilizan en la elaboración de productos comerciales que pueden ser de interés para industrias como la alimenticia, la farmacéutica, la química y la cosmética (Silveira *et al.*, 2021).

Las frutas tropicales como los cítricos son ricos en compuestos flavonoides (Camacho *et al.*, 2021); las cáscaras, en particular, son fuente abundante de polifenoles naturales comparadas con la porción consumible del fruto (Kumoro *et al.*, 2020), razón por la cual sería viable su aprovechamiento para la obtención de estos compuestos de valor agregado.

Los flavonoides son metabolitos secundarios distribuidos ampliamente en el reino vegetal y presentes en casi todas las plantas superiores (Coelho *et al.*, 2021); constituyen un amplio grupo de compuestos que cumplen diversas funciones en las plantas, como secuestradores de radicales libres, fotorreceptores y protectores contra la luz UV, agentes antinutricionales, quelantes de metales, colorantes naturales y atrectores visuales para insectos (Gurrea *et al.*, 2020).

De igual forma, son el principio activo de numerosos medicamentos que se emplean en medicina tradicional alrededor del mundo (Molla *et al.*, 2021); esto se debe a que numerosos estudios, tanto *in vitro* como *in vivo*, han reportado un amplio rango de actividades biológicas de estos compuestos, entre las que se pueden citar prevención de la pérdida

de masa ósea, efectos antioxidantes y antitumorales, por lo que son beneficiosos en el tratamiento de enfermedades cardiovasculares, diabetes, osteoporosis o, incluso, cáncer (Gurrea *et al.*, 2020), efectos antialérgicos, antiinflamatorios, antivirales y antimicrobianos, entre otros. ; estimulando el interés comercial por los flavonoides naturales debido a sus aplicaciones en las industrias farmacéutica, cosmética y de alimentos (Xiao *et al.*, 2021) y, ha motivado su estudio pues se considera que su recuperación puede ser económicamente atractiva (Gurrea *et al.*, 2020).

Además, teniendo en cuenta que los avances en la industria alimentaria apuntan a que los alimentos, fuera de satisfacer las necesidades nutricionales básicas, deben ser capaces de proporcionar beneficios a la salud humana, muchos fabricantes dispuestos a cumplir los requisitos del mercado mediante la creación de alimentos seguros y funcionales están introduciendo antioxidantes naturales a sus productos ya que se ha notado que el consumo de alimentos ricos en estos antioxidantes, o enriquecidos con ellos, garantiza el estado antioxidante deseable y ayuda en la prevención del desarrollo de enfermedades causadas por el estrés oxidativo (Kumara *et al.*, 2021).

Esta situación deja en evidencia la necesidad de adoptar nuevas tecnologías que permitan recuperar, reutilizar y valorizar los residuos agroindustriales de frutas tropicales de tal forma que se puedan aprovechar sus compuestos bioactivos y darles aplicación en la industria como aditivos alimenticios que suministren propiedades antioxidantes deseables en la creación de alimentos seguros y funcionales. Bajo estas circunstancias y, teniendo en cuenta que los productos naturales son una potencial fuente de polifenoles, relacionados con la actividad antioxidante, el empleo de extractos naturales ha adquirido recientemente gran importancia en la búsqueda de fitoquímicos, en este caso, nuevos agentes antioxidantes para combatir enfermedades relacionadas con el estrés oxidativo.

Considerando que las frutas tropicales son una fuente potencial de compuestos con propiedades biológicas de interés para las diferentes industrias de productos de consumo humano, el presente trabajo determinó las posibles capacidades antioxidantes de los extractos etanólicos obtenidos a partir de las cáscaras de frutas tropicales (mandarina, naranja, lima, limón, banano, granadilla, mango, piña y maracuyá) como una posible alternativa de uso y aprovechamiento por parte del sector frutícola.

Metodología

Reactivos. Los reactivos utilizados fueron etanol industrial al 96 % (Merck), ácido gálico (Carlo Erba), carbonato de sodio (Merck), reactivo de Folin-Ciocalteu (Panreac), quercetina (MP Bio-medicals), cloruro de aluminio (Merck), nitrito de sodio (Merck), hidróxido de sodio (Merck).

Recolección y preparación del material vegetal. Como materia prima se emplearon residuos agroindustriales de frutas tropicales correspondientes a cáscaras de mandarina, naranja, lima, limón, banano, mango y piña, obtenidas directamente del consumo en fresco de estas frutas en Bucaramanga y su área metropolitana; las cáscaras se seleccionaron de manera que no mostraran signos de descomposición o afectación por microorganismos. El material vegetal fue secado en un horno a 60 °C hasta peso constante y triturado hasta lograr una consistencia homogénea.

Obtención de los extractos. Los extractos vegetales de las cáscaras de frutas tropicales se obtuvieron empleando etanol comercial al 96% como disolvente, por dos métodos de aislamiento diferentes, a saber: extracción sólido-líquido con un equipo *soxhlet* (cantidad de muestra: 24 g; tiempo de extracción:

doce horas) y extracción con solvente por ultrasonido (Ultrasonik TM 57H, cantidad de muestra: 24 g; tiempo de extracción: cuatro sesiones de una hora). Los ensayos se realizaron por triplicado para cada método de obtención de compuestos de valor agregado.

Determinación de los contenidos totales de polifenoles y flavonoides.

El contenido de polifenoles totales presentes en los extractos etanólicos de cáscaras de frutas tropicales fue determinado por el método de Folin-Ciocalteu, de acuerdo con lo descrito por Özcan (2006), utilizando ácido gálico (AG) como compuesto de referencia. La determinación del contenido de flavonoides totales se realizó empleando quercetina (quer) como compuesto de referencia, siguiendo el método colorimétrico con cloruro de aluminio ($AlCl_3$) con la metodología propuesta por Chang *et al.* (2002). Todos los ensayos se realizaron por quintuplicado en experimentos independientes.

Análisis y discusión de resultados

Obtención de los extractos etanólicos de cáscaras de mandarina. En la figura 1 se muestran los resultados de los rendimientos calculados para la obtención de los extractos etanólicos por

los dos métodos de extracción empleados (ultrasonido y *soxhlet*), partiendo de cáscaras frescas y secas de frutas tropicales. Los extractos fueron obtenidos por triplicado. En todos los casos los extractos presentaron consistencia viscosa.

En cuanto a los métodos de aislamiento evaluados para la obtención de los extractos etanólicos de las cáscaras de frutas tropicales, se observa que los porcentajes de rendimiento más altos están en la extracción sólido-líquido con *soxhlet* para las muestras en estado seco, como por ejemplo las cáscaras secas de mango (41,66%), mandarina (39,33%), piña (37%) y banana (35,66%) (figura 1).

Determinación del contenido de polifenoles y flavonoides totales

Se realizaron curvas de calibración de ácido gálico para la determinación de polifenoles totales y de quercetina para

calcular la concentración de flavonoides totales, presentes en los extractos de cáscaras de frutas frescas y secas por los métodos ultrasonido y *soxhlet*; en ambos casos se alcanzó una alta correlación lineal de los datos con $R^2 = 0,998$ y $R^2 = 0,990$, respectivamente.

La determinación del contenido total de polifenoles (PFT) se expresó como equivalentes a ácido gálico (AG) (μg PFTEAG/mg de extracto seco). El contenido de polifenoles totales (PFT) fue más alto para los extractos etanólicos de los métodos bajo estudio, a partir de cáscaras secas de mango, granadilla y piña, mientras que las frutas tropicales con menor contenido fueron banana y lima (figura 2). Esto indica que los residuos de mango, granadilla y piña pueden ser fuente potencial de este tipo de fitoquímicos de interés, que se encuentran asociados directamente con la capacidad antioxidante.

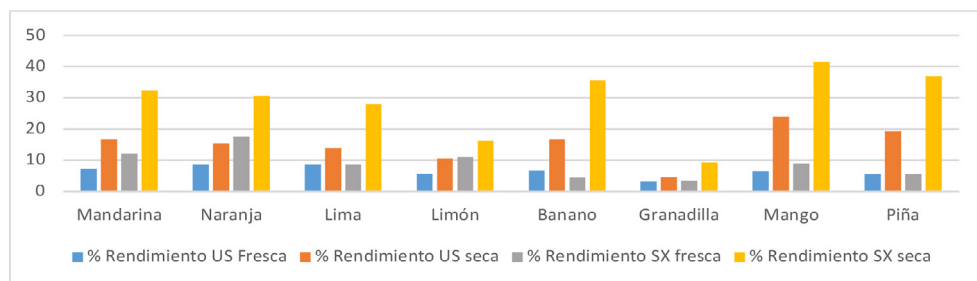


Figura 1. Porcentaje de rendimiento de los extractos etanólicos de frutas tropicales
Fuente: elaboración propia.

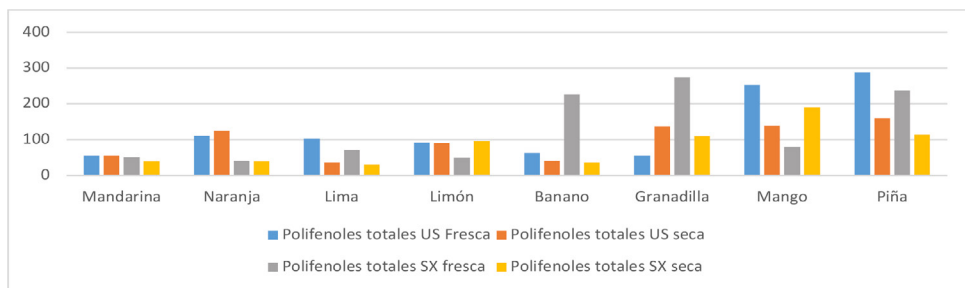


Figura 2. Polifenoles totales presentes en extractos etanólicos de frutas tropicales
Fuente: elaboración propia.

En la figura 3 se presenta contenido total de flavonoides (FT) expresado como equivalentes a rutina (R) (μg FTER/mg de extracto seco). Entre los extractos etanólicos de cáscaras de frutas tropicales analizados, los que presentaron mayor contenido de flavonoides totales (FT) fueron los de cáscaras de banano, granadilla y mango, lo que dejó ver una gran oportunidad de recuperación de este tipo de compuestos a partir del aprovechamiento de cáscaras como las de banano y granadilla, con las que

comúnmente no se hace nada diferente al compostaje o la alimentación animal.

Conclusión

En este trabajo se observa el potencial de aprovechamiento de los residuos de cáscaras de frutas tropicales para la obtención de compuestos de valor agregado. El método de *soxhlet* permitió obtener los mayores rendimientos en la extracción para las muestras en estado seco. Los extractos etanólicos de las cá-

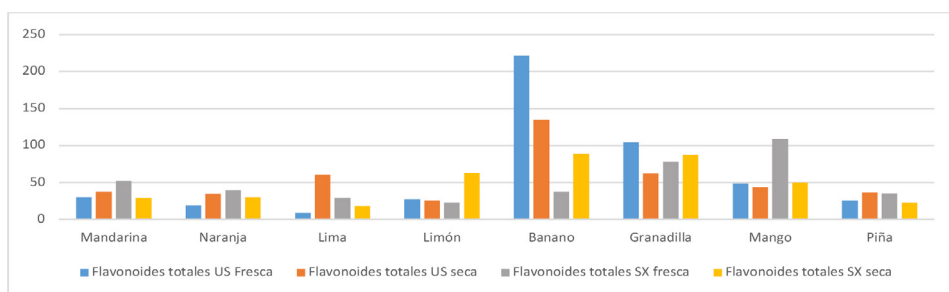


Figura 3. Flavonoides totales presentes en extractos etanólicos de frutas tropicales
Fuente: elaboración propia.

caras de mango y granadilla presentaron los mayores contenidos de polifenoles y flavonoides totales, los cuales se relacionan directamente con la capacidad antioxidante.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Universidad Santo Tomás por el apoyo financiero a través del proyecto “Obtención de compuestos de alto valor agregado tipo flavonoides a partir de desechos de frutas y evaluación de su actividad antioxidante”.

Referencias

- Camacho, R., Villanueva, L., González, A., Gómez, M. y Ramírez, I. (2021). Citrus decoction by-product represents a rich source of carotenoid, phytosterol, extractable and non-extractable polyphenols. *Food Chemistry*, 350, 129239. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129239>
- Chang, C., Yang, M., Wen, H. y Chern, J. (2002). Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. *The Journal of Food and Drug Analysis*, 10(3). 178-182. <https://doi.org/10.38212/2224-6614.2748>
- Coelho, E., Haas, I., Azevedo, L., Bastos, D., Fedrigo, I., Lima, M. y Amboni, R. (2021). Multivariate chemometric analysis for the evaluation of 22 Citrus fruits growing in Brazil's semi-arid region. *Journal of Food Composition and Analysis*, 101, 103964. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2021.103964>
- Gurrea, M., Aguilar, M., Jiménez, F., Moral, S., Ochoa, A., Alañón, M. y Carretero, A. (2020). Revalorization of bioactive compounds from tropical fruit by-products and industrial applications by means of sustainable approaches. *Food Research International*, 138, Part B, 109786. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109786>
- Kumoro, A., Alhanif, M. y Wardhani, D. (2020). A critical review on tropical fruits seeds as prospective sources of nutritional and bioactive compounds for functional foods development: A case of Indonesian exotic fruits. *International Journal of Food Science*, 1-15. <https://doi.org/10.1155/2020/4051475>
- Kumara, K., Srivastava, S. y Sharanagath, V. (2021). Ultrasound assisted extraction (UAE) of bioactive compounds from fruit and vegetable processing by-products: A review. *Ultrasonics Sonochemistry*, 70, 105325. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2020.105325>
- Molla, M., Kamal, M., Sabuz, A., Chowdhury, G., Khan, H., Khatun, A., Miaruddin, M., Zashimuddin, M. y Islam, M. (2021). *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 34, 102039 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2021.102039>
- Özcan, E. (2006). *Ultrasound assisted extraction of phenolics from grape pomace* [Master Middle East Technical University].
- Silveira, A., Lopes, M., Pereira, E., Castro, G., Germano, T., Oliveira, L., Ribeiro, P., Canuto, K., Miranda, M. y Carvalho, J. (2021). Profile of phenolic compounds and antimicrobial potential of hydroalcoholic extracts from cashew-apple coproducts.

Emirates Journal of Food and Agriculture, 33(2), 139-148. <https://doi.org/10.9755/ejfa.2021.v33.i2.2566>

Xiao, L., Ye, F., Zhou, Y. y Zhao, G. (2021). Utilization of pomelo peels to manufacture value-added products: A review. *Food Chemistry*, 351, 129247. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129247>