



ANTOCIANINAS Y LA MAGIA DEL COLOR: FUENTES, BENEFICIOS Y APLICACIONES

Génesis Montserrat Reyes-Landa, Sulem Yali Granados-Balbuena, María Guadalupe García-Meza, Lilia Tapia-López, Erik Ocaranza-Sánchez*
Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada del Instituto Politécnico Nacional (CIBA-IPN), Tlaxcala, 90700, México.

* E mail: erikocaranza@hotmail.com

RESUMEN

Las antocianinas son una de las principales familias de pigmentos naturales del reino vegetal, encargadas de aportar variedad de colores como el naranja, rojo, azul y morado, a diferentes fuentes naturales desde frutas, verduras, flores, hasta cereales (Castañeda-Ovando et al., 2009a). Además del color, a estos compuestos se les han atribuido diferentes beneficios a la salud, por lo que, los convierte en posibles candidatos para sustituir a los colorantes sintéticos rojo y azul en algunos sectores de la industria de alimentos. En la presente revisión se describen aspectos generales de las antocianinas, fuentes, beneficios a la salud y aplicaciones en alimentos.

Palabras claves: Antocianinas, pigmentos, colorantes naturales

ABSTRACT

Anthocyanins are one of the main families of natural pigments of the plant kingdom, responsible for providing a variety of colors such as orange, red, blue and purple, to different natural sources from fruits, vegetables, flowers, to cereals (Castañeda-Ovando et al., 2009). In addition to color, these compounds have been attributed different health benefits, making them potential candidates to replace synthetic red and blue dyes in some sectors of the food industry. This review describes general aspects of anthocyanins, their sources, health benefits and applications in food.

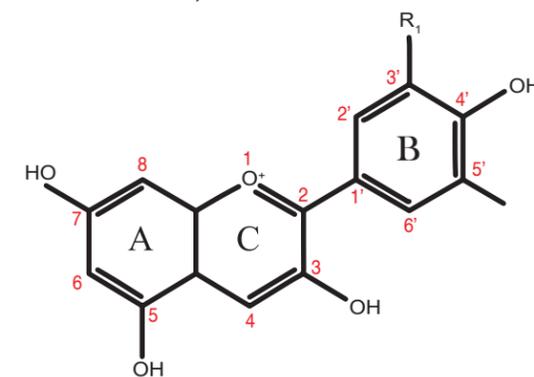
Key words: Anthocyanins, pigments, natural dyes

1. INTRODUCCIÓN

Las antocianinas son pigmentos naturales que pueden ser encontradas en frutos, tallos y raíces de plantas. Diversos estudios comentan que la presencia de antocianinas en estas fuentes naturales cumple ciertas funciones tales como; atracción de polinizadores para la posterior dispersión de semillas, la protección de la planta contra los efectos de la radiación ultravioleta y contra la contaminación viral y microbiana (Garz, 2008).

Químicamente las antocianinas pertenecen a la familia de los flavonoides y están conformadas por una estructura base llamada antocianidina (aglicona) que, cuando se glucosila (unión con azúcares) da origen a la antocianina. Existen numerosas moléculas de antocianinas, sin embargo, por su abundancia en la naturaleza, se consideran seis antocianidinas principales conocidas como; delfinidina (Dp), petunidina (Pt), malvidina (Mv) cianidina (Cy), peonidina (Pn) y pelargonidina (Pg). Estos compuestos difieren en el grado de metilación, número y posición de los grupos hidroxilo (-OH) (Figura 1), debido a esto absorben luz a diferente longitud de onda, por lo tanto, presentan diferente color (Wrolstad y Giusti, 2001).

Se estima que existen alrededor de 700 tipos antocianinas presentes en la naturaleza, esto como consecuencia de la combinación y unión de azúcares a la antocianidina, así como también, por la presencia de compuestos alifáticos o ácidos aromáticos unidos a los restos de azúcar (Castañeda-Ovando et al., 2009).



Antocianinas	R1	R2	Espectro Visible λ_{max} (nm)
PelargonidinaH		H	494 (Naranja)
CianidinaO	HH		506 (Naranja - Rojo)
Delfinidina	OH	OH	508 (Azul - Rojo)
Peonidina	OCH ₃	H	506 (Naranja - Rojo)
Petunidina	OCH ₃	OH	508 (Azul - Rojo)
Malvinidina	OCH ₃	OCH ₃	510 (Azul - Rojo)

1- Oxígeno, 3- Hidroxilo (Carbono de unión de residuos de carbohidratos), 5- Hidroxilo (Carbono de unión de residuos de carbohidratos), 7- Hidroxilo, 3'- Radical 1, 4- Hidroxilo, 5'- Radical 2.
Figura 1. Estructura base de las principales antocianidinas. Adaptado de (Castañeda-Ovando et al., 2009a)

En la actualidad, debido a las tendencias en el mercado como consecuencia de la sensibilización de los consumidores sobre ingredientes naturales, se tiene como objetivo la aplicación de antocianinas como sustituto potencial de colorantes

sintéticos en la industria de alimentos, farmacéuticos y cosméticos. Sin embargo, su aplicación industrial se ve ampliamente afectada debido a la baja estabilidad del color que presentan durante su procesamiento, almacenamiento y transporte. Esto es debido a que la estructura de la molécula de antocianina se ve modificada por diversos parámetros que delimitan sus niveles de estabilidad oxidativa como la temperatura, la incidencia de luz ultravioleta, el pH, la concentración de flavonoides, la presencia ácido ascórbico y de la interacción con la matriz alimentaria (Tan et al., 2021)

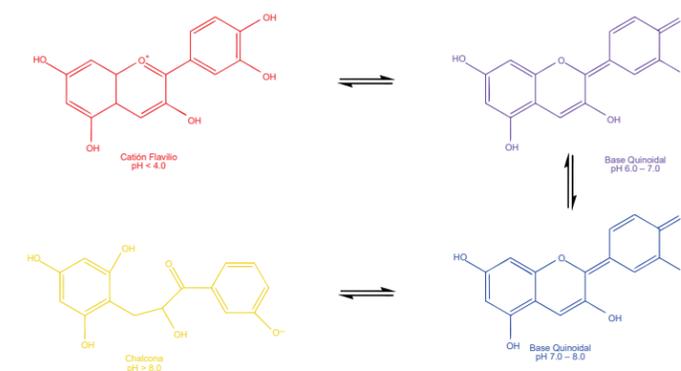


Figura 2. Mecanismo de apertura del anillo del catión flavilio. Adaptado de (Oliveira Filho et al., 2021).

2. PRINCIPALES FUENTES DE ANTOCIANINAS

Las antocianinas abundan en especies vegetales comestibles, se encuentran con mayor frecuencia en frutas y verduras, como arándanos, cerezas, moras, grosellas, fresas, uvas, ciruelas, manzana roja, col morada, berenjena, zanahoria morada, camote y algunas variedades de papa entre otras (Figura 3) (Zhang et al., 2019). Pero también se han encontrado en gramíneas como el maíz morado y en flores como la jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.), pelargonios (*Pelargonium grandiflorum*), espuelas de caballero (*Delphinium elatum*) y algunas variedades de rosas (Sotomayor, 2013).

Cada una de las fuentes mencionadas anteriormente tiene un perfil único de antocianinas el cual es caracterizado con base en su perfil de componentes mayoritarios, y que otorga a cada una de ellas una tonalidad diferente (Aguilera-Otíz et al., 2011). Por ejemplo, se ha reportado que la flor de jamaica posee un perfil de antocianinas definido por delfinidina-3-sambubiosido, delfinidina-3-glucósido, cianidina-3-glucósido y cianidina-3-sambubiosido. Siendo la antocianina más abundante la cianidina-3-glucósido (cy-3-gly) (Sáyago Ayerdi et al., 2016). Sin embargo el contenido de antocianinas y el costo de la fuente limitan su aplicación en la industria alimentaria. Por lo que en la actualidad existen investigaciones que buscan encontrar y proponer nuevas fuentes de antocianinas de bajo costo, que brinden alto rendimiento de extracción y marcada estabilidad oxidativa.



Figura 3. Fuentes de antocianinas

3. BENEFICIOS A LA SALUD

Además de sus atributos como pigmentos naturales, numerosos estudios han demostrado que la ingesta de alimentos ricos en antocianinas puede contribuir a la mejora de la salud debido a sus propiedades antiinflamatorias, nutricionales y actividad antioxidante. Por lo que se les han atribuido beneficios como una mejora de la agudeza visual y prevención de Enfermedades Crónicas No Transmisibles (ECNT) como el cáncer, diabetes e hipertensión, incluso se ha llegado a establecer que disminuyen la proliferación de células de cáncer de colon (Zhang et al., 2019). Estos beneficios atribuidos a las antocianinas se han vinculado a la gran capacidad antioxidante que presentan, atribuida al catión flavilio y a su capacidad de secuestrar radicales libres, retrasando la autooxidación, evitando la generación de ROS (Especies Reactivas del Oxígeno), RNS (Especies Reactivas de Nitrógeno) y otros desequilibrios redox homeostáticos que pueden dañar a las biomacromoléculas y modificar proteínas importantes, desencadenando la patogénesis de las ECNT (Borsoi et al., 2023).

Específicamente la actividad anticancerígena de las antocianinas se ha atribuido a su capacidad para inducir apoptosis y suprimir la angiogénesis (Alappat y Alappat, 2020) en líneas celulares de cáncer de mama, de próstata, de hígado, de sangre, de cuello uterino, de pulmón, colorrectal e intestinal (Konczak y Zhang, 2004).

Por otra parte, algunos estudios (Taverniti et al., 2014; Gonzalez De Mejia et al., 2019) han demostrado la actividad antiinflamatoria de las antocianinas en células humanas intestinales y en trastornos asociados a colitis, reflujo laringofaríngeo y respuesta inflamatoria posprandial. Así mismo, se ha atribuido a las antocianinas la reducción de riesgo de desarrollo de enfermedades cardiovasculares derivado de la modificación oxidativa de lipoproteínas de baja densidad (oxLDL) (Li et al., 2017). Todas estas investigaciones han incrementado de manera revolucionaria el interés por el estudio y aplicación de las antocianinas en los sectores académico e industrial.

4. APLICACIONES DE LAS

ANTOCIANINAS EN ALIMENTOS

El aumento en la demanda industrial de colorantes naturales a partir de antocianinas con mayor estabilidad oxidativa ha generado un gran interés en la investigación para la estabilización oxidativa de compuestos antocianínicos para el desarrollo de nuevos pigmentos naturales capaces de sustituir a los colorantes sintéticos que dominan el mercado actual. La aplicación de las antocianinas en los sistemas alimenticios es preferentemente usada en alimentos de acidez intermedia con la finalidad de asegurar una predominancia del catión flavilio (Figura 4). (Aguilera-Ortiz et al., 2011).

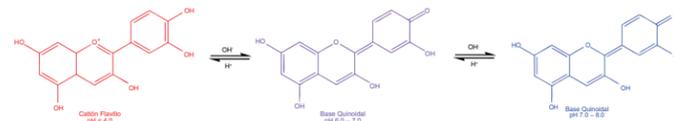


Figura 4. Efecto del pH en la estructura de la antocianina. Adaptado de (Oliveira Filho et al., 2021)

Hoy en día las antocianinas se aplican como colorantes naturales en diversos productos alimenticios como lácteos, confitería y bebidas, además de su comercialización en alimentos funcionales o suplementos alimenticios (Figura 5). Dentro de las aplicaciones podemos encontrar colorantes alimentarios obtenidos de cianidina 3-diglucósido-5-glucósido altamente conjugado con azúcares (glucosa y xilosa) y grupos acilo (cafeoiló, p-cumaroiló, feruloiló, p-hidroxibenzoiló, sinapoiló y oxaloiló) de la col lombarda utilizados en refrescos, dulces y gomitas bajas en calorías (Patras, 2019), así como antocianinas aciladas con la enzima Fermase CALB™ 10000 de pétalos de rosas rojas recolectadas de desechos florales utilizadas como colorante en cupcakes (Marathe et al., 2021), entre otros más.



Figura 5. Aplicaciones en alimentos

5. CONCLUSIÓN

Las antocianinas son pigmentos naturales de gran interés ya que integran su capacidad colorante con la antioxidante brindando una alternativa funcional a la industria alimentaria. Sus beneficios potenciales aunados a las recién identificadas características negativas de los colorantes sintéticos han generado una demanda creciente para su aplicación en alimentos procesados. Sin embargo, la necesidad de mayor estabilidad del color y su adecuada aplicación en ciertas matrices alimentarias, representan un desafío tecnológico, por lo que las investigaciones científicas en este campo continúan en desarrollo.

REFERENCIAS

- Aguilera-Otíz, M., Reza-Vargas, M. del C., Chew-Madinaveita, R. G., & Meza-Velázquez, J. A. (2011). PROPIEDADES FUNCIONALES DE LAS ANTOCIANINAS. *BIOTecnia*, 13(2).
- Alappat, B., & Alappat, J. (2020). Anthocyanin pigments: Beyond aesthetics. En *Molecules* (Vol. 25, Número 23).
- Borsoi, F. T., Neri-Numa, I. A., de Oliveira, W. Q., de Araújo, F. F., & Pastore, G. M. (2023). Dietary polyphenols and their relationship to the modulation of non-communicable chronic diseases and epigenetic mechanisms: A mini-review. *Food Chemistry: Molecular Sciences*, 6, 100155.
- Castañeda-Ovando, A., Pacheco-Hernández, M. de L., Páez-Hernández, M. E., Rodríguez, J. A., & Galán-Vidal, C. A. (2009a). Chemical studies of anthocyanins: A review. En *Food Chemistry* (Vol. 113, Número 4).
- Castañeda-Ovando, A., Pacheco-Hernández, Ma. de L., Páez-Hernández, Ma. E., Rodríguez, J. A., & Galán-Vidal, C. A. (2009b). Chemical studies of anthocyanins: A review. *Food Chemistry*, 113(4), 859–871.
- Garz, G. A. (2008). Las antocianinas como colorantes naturales y compuestos bioactivos: Revisión. *Acta Biol. Colomb.*, 13(3).
- Konczak, I., & Zhang, W. (2004). Anthocyanins - More than nature's colours. En *Journal of Biomedicine and Biotechnology* (Vol. 2004, Número 5).
- Li, D., Wang, P., Luo, Y., Zhao, M., & Chen, F. (2017). Health benefits of anthocyanins and molecular mechanisms: Update from recent decade. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57(8).
- Marathe, S. J., Shah, N. N., Bajaj, S. R., & Singhal, R. S. (2021). Esterification of anthocyanins isolated from floral waste: Characterization of the esters and their application in various food systems. *Food Bioscience*, 40, 100852.
- Oliveira Filho, J. G. de, Braga, A. R. C., Oliveira, B. R. de, Gomes, F. P., Moreira, V. L., Pereira, V. A. C., & Egea, M. B. (2021). The potential of anthocyanins in smart, active, and bioactive eco-friendly polymer-based films: A review. En *Food Research International* (Vol. 142).
- Patras, A. (2019). Stability and colour evaluation of red cabbage waste hydroethanolic extract in presence of different food additives or ingredients. *Food Chemistry*, 275, 539–548.
- Sáyago Ayerdi, S., Duarte, Z., Zamora, V., & Montalvo, E. (2016). Caracterización nutricional de 20 variedades mejoradas de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L) cultivadas en México. *Revista Fitotecnia México*, 39(3), 199–206.
- Sotomayor, R. (2013). Extracción y cuantificación de antocianinas a partir de los granos de *Zea mays* L. (maíz morado). *Ciencia y Desarrollo*, 16(1).
- Tan, C., Dadmohammadi, Y., Lee, M. C., & Abbaspourrad, A.

- (2021). Combination of copigmentation and encapsulation strategies for the synergistic stabilization of anthocyanins. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 20(4).
- Taverniti, V., Fracassetti, D., del Bo', C., Lanti, C., Minuzzo, M., Klimis-Zacas, D., Riso, P., & Guglielmetti, S. (2014). Immunomodulatory Effect of a Wild Blueberry Anthocyanin-Rich Extract in Human Caco-2 Intestinal Cells. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62(33), 8346–8351.
- Wrolstad, R. E., & Giusti, M. (2001). Characterization and Measurement of Anthocyanins by UV-Visible Spectroscopy. *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*.
- Zhang, J., Celli, G. B., & Brooks, M. S. (2019a). Chapter 1. Natural Sources of Anthocyanins. En *Anthocyanins from Natural Sources: Exploiting Targeted Delivery for Improved Health* (pp. 1–33). Royal Society of Chemistry.
- Zhang, J., Celli, G. B., & Brooks, M. S. (2019b). Chapter 1. *Natural Sources of Anthocyanins* (pp. 1–33).