

***Stenocereus queretaroensis*, una alternativa a los colorantes sintéticos**

JORGE LUIS ARAUJO SÁNCHEZ, LIZBETH ARIANELLY CASTRO-CONCHA, JAVIER ADRIÁN MORALES MORALES Y MARÍA DE LOURDES MIRANDA-HAM

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

mirham@cicy.mx

El empleo de colorantes sintéticos para la elaboración de la mayoría de los productos que consumimos ha disminuido considerablemente, puesto que pueden llegar a tener consecuencias negativas sobre la salud. El uso de pigmentos naturales como alternativa ha sido poco explorado, a pesar de las ventajas que representan. Aquí presentamos una nueva fuente alternativa de estos compuestos, *Stenocereus queretaroensis*, un cactus productor de frutos denominados comúnmente como pitayas, que sintetizan cantidades significativas de betalaínas, pigmentos nitrogenados con enorme potencial debido a su alta hidrosolubilidad, su estabilidad en un amplio rango de condiciones físico-químicas y sus propiedades bioactivas como antioxidantes.

Palabras clave: Betalaínas, pigmentos, pitaya.

El color es una característica sensorial que tiene un papel decisivo al momento de adquirir un producto para su consumo ya que representa un atrayente en los alimentos, además de proporcionar una señal visual de su frescura. Sin embargo, en la mayoría de casos, esta coloración está dada por componentes sintéticos, muchos de los cuales tienen restricciones para su empleo debido a la evidencia creciente de su influencia nociva para la salud humana. Entonces, ¿por qué seguimos consumiendo estos colorantes artificiales?, por una simple y sencilla razón: las alternativas naturales actualmente disponibles todavía no logran satisfacer de manera eficiente las necesidades de las industrias alimentaria, cosmética y farmacéutica, entre otras.

Pigmentos de origen natural, como los carotenoides y las antocianinas, se utilizan para dar color a algunos productos y alimentos perecederos, pero su inclusión en las formulaciones es todavía limitada, por su baja estabilidad ante factores como el

pH o el calor al fabricarlos, siendo pues una limitante para su ingreso a un mercado más amplio. En la naturaleza, estos pigmentos son el resultado de diversos procesos que se dan en las plantas y coadyuvan en la atracción de algunos polinizadores y agentes dispersores de semillas o la tolerancia ante estrés biótico y abiótico.

Las betalaínas son una clase de pigmentos nitrogenados que se restringen a la mayoría de plantas pertenecientes al orden de las Caryophyllales. Estos pigmentos se sintetizan a partir de conjugaciones de ácido betalámico con otras estructuras, dando como resultado dos clases de pigmentos principales: las betacianinas y las betaxantinas, con colores que van del rojo-violeta hasta amarillo, respectivamente (Figura 1) (Gandía-Herrero y García-Carmona 2013).

Las betalaínas, a diferencia de otros pigmentos, presentan cualidades prometedoras para su empleo en diversos productos,

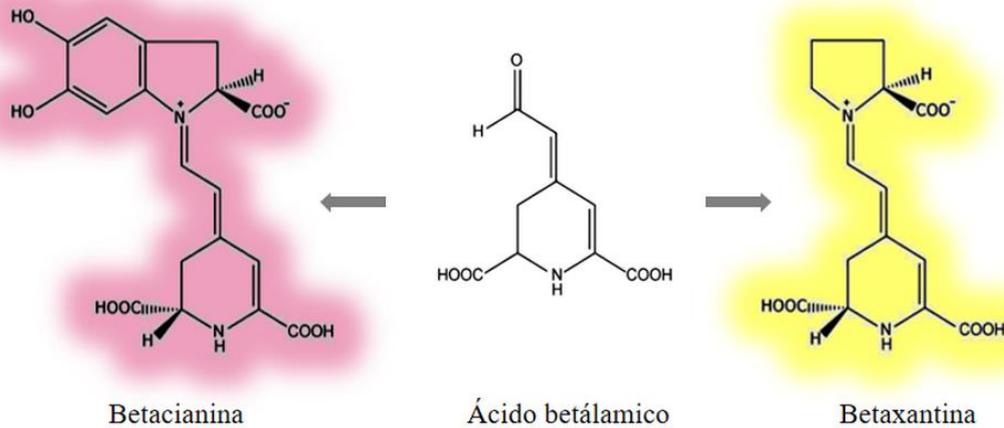


Figura 1. Estructuras químicas de las betalaínas. (Figura: Jorge Luis Araujo Sánchez).

tales como una alta solubilidad en agua, estabilidad robusta, variación de color dependiendo de las condiciones neutras o ácidas (pH 3-7) y la significativa ausencia de sabores u olores intrínsecos (Neelwarne 2012). Además de ello, estos pigmentos presentan importantes propiedades bioactivas como antioxidantes y anticancerígenos (Sreekanth *et al.* 2007).

Las limitadas fuentes disponibles para la obtención de las betalaínas son el betabel, la acelga, el amaranto, algunas tunas y las pitayas. Estas últimas, a diferencia de las pitahayas (*Hylocereus spp.*), son producidas por plantas del género *Stenocereus* (A. Berger) Riccob., que comprende un grupo de aproximadamente 24 especies, todas ellas productoras de frutos comestibles. Estas cactáceas se encuentran distribuidas geográficamente desde el límite sur de los Estados Unidos hasta Venezuela (Rebollar-Alviter *et al.* 1997; Arreola-Nava 2006). En México, hay 19-20 especies de este género distribuidas a lo largo del territorio, de las cuales las más frecuentemente cultivadas son *S. thurberi* (Engelm.) Buxb., *S. huastecorum* Alvarado-Sizzo, Arreola-Nava & Terra-

zas, *S. stellatus* (Pfeiff.) Riccob., *S. fricci* Sánchez-Mej. y *S. queretaroensis* (Weber) Buxbaum, que es la más aprovechada, debido a la disponibilidad de colores de sus frutos y su productividad (Sánchez-Mejorada 1984, Arriaga-Ruiz *et al.* 2015).

Stenocereus queretaroensis, pertenece a la familia Cactaceae y subfamilia Cactoideae y es una cactácea columnar arborescente, con un tronco bien definido que puede llegar a medir hasta ocho metros de altura (Figura 2) (Bravo-Hollis 1978). Sus frutos pesan entre 100 y 200 g y son de forma ovoide o globosa, cubiertos por una cáscara generalmente suave que tiene areolas con espinas, las cuales se pierden durante la maduración (Pimienta-Barrios *et al.* 1997). Su pulpa es jugosa y dulce, de color rojo púrpura, aunque dependiendo de la variedad puede tener coloraciones que van desde el rosado al amarillo y rara vez, verdosa. Las variedades se identifican, con base en el color de la pulpa, como: blanca, amarilla, morada, solferina, roja, guinda y mamey. La pulpa generalmente contiene semillas piriformes muy



Figura 2A. Planta de *Stenocereus queretaroensis*. **B.** Pitaya. Juchipila, Zacatecas, México. (Fotografías: Dante Figueroa).

pequeñas, de color negro (Sáenz-Hernández 1995).

La pulpa de la pitaya de *Stenocereus queretaroensis* acumula cantidades significativas de betalaínas (Miranda-Ham *et*

al. 1999, Soto-Castro *et al.* 2019), por lo que se abre una ventana para la extracción de pigmentos; sin embargo, dado su lento ciclo de desarrollo y su naturaleza estacional, se ve muy limitada la posibilidad

de obtener estos pigmentos a partir de sus frutos. Es, por esto, que los sistemas de cultivo *in vitro* de células vegetales se han propuesto como una plataforma para la producción alternativa de betalaínas (Marienhagen y Bott 2013).

Es un hecho que, en años recientes, se ha manifestado una fuerte tendencia entre los consumidores por preferir productos elaborados con ingredientes naturales o libres de compuestos que puedan causar alguna reacción de sensibilidad. Esta preferencia quizá se puede interpretar por el constante progreso que tienen las diferentes industrias (alimentaria, cosmética y médica) que va aparejada a un alejamiento de la naturaleza, aunque posiblemente también tenga su origen en la permanente preocupación por las repercusiones que podría tener en nuestra salud. Cada día, los consumidores estamos cada vez más conscientes de los riesgos que implica la presencia de colorantes sintéticos en lo que consumimos. El limitado abanico de características deseables que tienen los pigmentos provenientes de fuentes naturales para la industria, es, en efecto, la causa principal del uso continuado de colorantes sintéticos. La mayoría de los pigmentos naturales disponen de una vida corta e inestabilidad ante variadas condiciones físico-químicas, por lo que es necesario buscar un mayor número de opciones que puedan satisfacer las necesidades, tanto del productor como del consumidor. Además del enorme potencial de coloración que representan las betalaínas, sus distintas actividades nutraceuticas impactarían de manera positiva sobre el valor agregado de productos que las contienen.

Stenocereus queretaroensis es una fuente prometedora para la obtención de betalaínas, a partir de sus frutos, los cuales sólo tienen una disponibilidad de temporada, por lo que el desarrollo de tecnologías como el cultivo de tejidos vegetales coadyuvaría a subsanar en gran medida el

posible desabasto de materia prima, abriendo nuevas posibilidades tanto para el estudio de su biosíntesis, como para la optimización de su obtención.

Referencias

- Arreola-Nava H.J. 2006.** Revisión taxonómica del género *Stenocereus* (Berger) Riccob. Sistemática filogenética del género *Stenocereus* (Cactaceae). Ph.D. Thesis. Colegio de Posgraduados, Montecillo, Texcoco, México. 155 pp.
- Arriaga-Ruiz M.C., Pimienta B., Neri C., Avendaño A., Sánchez J., Arellano L.J., Padilla J.M., Acero J., Jiménez C., López D. y Rodríguez E. 2015.** La pitaya silvestre (*Stenocereus queretaroensis*) una alternativa alimenticia, nutricional y socioeconómica. Encuentro: Participación de la mujer en la ciencia, Centro de Investigaciones en Óptica, A.C. <http://congresos.cio.mx/memorias_congreso_mujer/archivos/extensos/sesion1/S1-BCA07.pdf> (consultado: 3 octubre 2019).
- Bravo-Hollis H. 1978.** *Las cactáceas de México*. Vol. I. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 743 pp.
- Gandía-Herrero F. y García-Carmona F. 2013.** Biosynthesis of betalains: yellow and violet plant pigments. *Trends in plant science* 18(6): 334-343.
- Marienhagen J. y Bott M. 2013.** Metabolic engineering of microorganisms for the synthesis of plant natural products. *Journal of Biotechnology* 163(2): 166-178.
- Miranda-Ham M.L., López-Gómez R., Castro-Concha L., Chrispeels A., Hernández H. y Loyola-Vargas V.M. 1999.** Betalain production in cell line of *Stenocereus queretaroensis* (Cactaceae) from immature fruits. *Phyton-*

- International Journal of Experimental Botany* 65(1/2): 27-33.
- Neelwarne B. 2012.** *Red beet biotechnology: Food and pharmaceutical applications.* Springer, New York. 443 pp.
- Pimienta-Barrios E., Nobel P.S., Robles-Murguía C., Mendez-Moran L., Pimienta-Barrios E. y Yopez-Gonzalez E. 1997.** Ethnobotany, productivity, and ecophysiology of pitaya (*Stenocereus queretaroensis*). *Journal of the Professional Association for Cactus Development, Chapingo* 2: 29-47.
- Rebollar-Alviter A., Romero-Peñaloza J., Cruz-Hernández P. y Zepeda-Castro H. 1997.** *El cultivo de la pitaya (Stenocereus sp), una alternativa para el trópico seco del estado de Michoacán.* Universidad Autónoma de Chapingo. Centro Regional Universitario Centro Occidente. México. 71 pp.
- Saénz-Hernández C. 1995.** Food manufacture and by-products. *In:* Barbera G., Inglese P. y Pimienta-Barrios E. (Eds.) *Agro-ecology, Cultivation and uses of Cactus Pear*, pp. 137-143. FAO Plant Production and Protection Paper 132, Rome, Italy.
- Sánchez-Mejorada R.H. 1984.** *Origen, taxonomía y distribución de las pitayas en México.* En: Aprovechamiento del pitayo. ITAO Oaxaca, UAM. México. 621 pp.
- Soto-Castro D., Gutiérrez M., León-Martínez F., Santiago-García P.A., Aragón Lucero I. y Antonio-Antonio F. 2019.** Spray drying microencapsulation of betalain rich extracts from *Escontria chiotilla* and *Stenocereus queretaroensis* fruits using cactus mucilage. *Food Chemistry* 272: 715-722.
- Sreekanth D., Arunasree M.K., Roy K.R., Reddy T.C., Reddy G.V. y Reddanna P. 2007.** Betanin a betacyanin pigment purified from fruits of *Opuntia ficus-indica* induces apoptosis in human chronic myeloid leukemia Cell line-K562. *Phytomedicine* 14(11): 739-746.

Desde el Herbario CICY, 11: 235–239 (28-noviembre-2019), es una publicación semanal editada por el Herbario CICY del Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C., con oficinas en Calle 43 No. 130, Col. Chuburná de Hidalgo, C.P. 97200, Mérida, Yucatán, México. Tel. 52 (999) 942-8330 Ext. 232, www.cicy.mx/Sitios/Desde_Herbario/, webmas@cicy.mx. Editor responsable: Ivón Mercedes Ramírez Morillo. 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 No. 130, Col. Chuburná de Hidalgo, C.P. 97200, Mérida, Yucatán, México. Fecha de última modificación: 28 de noviembre de 2019. 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.