



Achiote: una planta versátil que se adapta a sus polinizadores y a la milpa

RODOLFO PECH-HOIL*, MARGARITA AGUILAR-ESPINOSA Y RENATA RIVERA-MADRID*

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

*rodolfo.pech@icloud.com; renata@cicy.mx

Resumen: En Yucatán, el achiote (*Bixa orellana*), conocido en la cultura maya como *k'uxub*, es muy valorado en la cocina y medicina tradicional. Esta planta, de gran importancia cultural y agrícola, presenta una sorprendente capacidad de adaptación a su entorno. Puede reproducirse por polinización cruzada, cruzándose con otras variantes cuando crece en grupos, pero también puede autofecundarse si está aislada. Un estudio reciente mostró que el color de sus flores —rosas o blancas— y el tipo de cultivo influyen en su forma de reproducción. Esta flexibilidad afecta directamente la cantidad y calidad de sus semillas, esenciales para su conservación y uso.

Palabras clave: Autofecundación, bixina, diversidad genética, polinización cruzada, sistemas agrícolas.



Gobierno de
México

Ciencia y Tecnología

Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación



Del plato al laboratorio: explorando el achioté: Aunque el achioté (*Bixa orellana* L.), de la familia Bixaceae, es muy valorado en nuestra cocina, principalmente en el sureste de México y en muchas partes de América tropical, por su color rojo intenso y sabor único de sus semillas, que contienen abundante bixina, un pigmento natural responsable de su tono característico (Rivera-Madrid *et al.* 2021). Hoy en día, su uso ha trascendido fronteras y se ha incorporado a recetas de diversas culturas alrededor del mundo, alejado de su centro de origen amazónico.

Las semillas se forman gracias a la reproducción sexual, un proceso vital que determina que determina qué tan fuertes y variadas pueden ser (diversidad genética); la calidad de sus ingredientes naturales especiales contenidos en sus pigmentos que les dan color y otras sustancias que las hacen útiles en la cocina y resistentes al ambiente. Así, el entorno donde crece – ya sea en la milpa (Figura 1A), el patio (*solar*) (Figura 1B) o en una plantación (monocultivo) (Figura 1C) – influye directamente en cómo serán sus semillas, pues factores como la luz, la temperatura, el suelo,



Figura 1. Plantas de achioté en diferentes sistemas agrícolas de cultivo en Yucatán. **A.** Se ilustra en el traspatio o solar. **B.** En la milpa (policultivo). **C.** En plantación (monocultivo). (Fotografías: Rodolfo Pech-Hoil).



los nutrientes y la forma de cultivo pueden cambiar su tamaño, vigor, color, sabor e incluso su capacidad de germinar. Así, cada semilla es un pequeño reflejo de la naturaleza que la rodea y del cuidado que recibe. Un estudio clave (Pech-Hoíl *et al.* 2017) demostró que el achiote tiene una estrategia reproductiva mixta y variable: significa que puede autofecundarse (fertilizarse a sí misma con su propio polen) o recurrir a la polinización cruzada (intercambio de polen con otra planta con otra composición genética), y la frecuencia con que usa cada método depende del sistema agronómico en el que se encuentre. Esta adaptabilidad es lo que le permite sobrevivir y prosperar en diversos climas tropicales y subtropicales, lo que le ha facilitado su expansión y cultivo en otras partes del mundo.

En un estudio reciente realizado en comunidades del sur del estado de Yucatán, en la península de Yucatán, México, se observaron tres sistemas agrícolas distintos: los solares (huertos de traspatio con cultivos mixtos), los policultivos tradicionales (como la milpa) y los monocultivos modernos. En cada sistema, se analizaron las flores del achiote —rosas o blancas— y se estudió la manera en que las plantas producían semillas (Figura 2).

Los resultados revelaron, tanto en los policultivos como en los monocultivos, que donde la densidad de plantas de achiote es mayor, predominan los cruzamientos entre plantas diferentes (Figura 3B-C). Esto se refleja en la progenie (semillas y plantas jóvenes), donde se observa una gran diversidad de características: algunas plantas presentaron semillas más numerosas y de mayor tamaño, otras tienen un color más in-

tenso, lo que contribuiría a mejorar el rendimiento del cultivo, y ciertas plantas, debido a su herencia genética, se adaptan mejor a las variaciones ambientales. Esta diversidad genética fortalece la resistencia y la versatilidad de la especie. Por el contrario, en los solares, donde el achiote crece más aislado, es más común que las plantas se autofecunden o se crucen con parientes cercanos (plantas emparentadas; endogamia) (Figura 3A). Al haber menos interacción con plantas diferentes, la diversidad genética disminuye, lo que puede traer desórdenes a nivel genético. Esto afecta la calidad de las semillas, reduciendo su capacidad de reproducirse y la cantidad e intensidad del pigmento que producen. En otras palabras, las plantas menos diversas pueden generar semillas en menor número o con colores más débiles y ser menos resistentes a los cambios del ambiente. Estudios en cultivos tradicionales y sistemas agroforestales resaltan que los policultivos fomentan la polinización cruzada y mantienen ecosistemas más equilibrados, beneficiando la biodiversidad y la resiliencia frente a plagas y enfermedades (Agnoletti *et al.* 2022).

Curiosamente, el color de la flor también influye: Aunque no se ha identificado un aroma específico en las flores, su color juega un papel muy importante en atraer polinizadores. Las flores de tonos rosas (Figura 4A-B) atraen con más éxito a insectos como abejas y moscas, lo que facilita que se crucen con otras plantas, lo que garantiza una alta producción de semillas y una mayor diversidad genética. En cambio, las flores blancas (Figura 4C) son menos llamativas, y aparentemente atraen menos insectos, por lo que suelen autofecundarse, reduciendo esta valiosa



Figura 2A-B. Panícula de frutos de achiote en estado de madurez, con un detalle de las semillas rojas (ricas en bixina) expuestas al abrir la cápsula, **C.** Después de la colecta. (Fotografías: Margarita Aguilar-Espinosa).

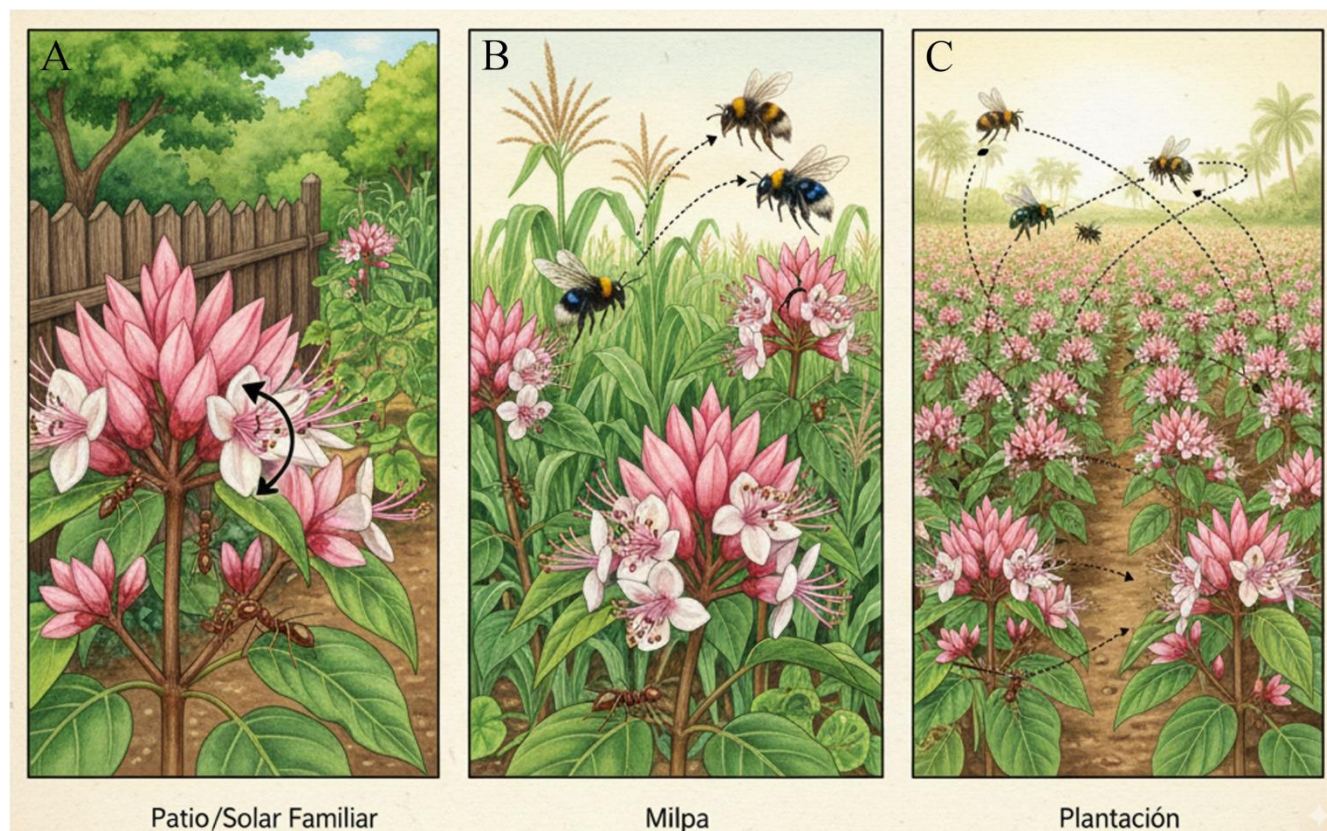


Figura 3. Esquema de polinización en la flor de achiote. **A.** Se ilustra la autopolinización dentro de una misma flor. **B-C.** La polinización cruzada entre diferentes flores, facilitada por insectos como abejas y moscas. (Ilustración: Rodolfo Pech-Hoil, con el apoyo de la IA Gemini).

variabilidad. Esta diversidad genética es crucial para las nuevas plantas, pues actúa como un "manual de instrucciones" con distintas versiones para hacer que las plantas sean más fuertes y resistentes a enfermedades o al cambio climático. Por otro lado, cuando una planta se reproduce sola, la variabilidad disminuye, y con el tiempo las nuevas plantas en la progenie pueden ser más débiles y muy susceptibles a los cambios ambientales (Pech-Hoil *et al.* 2017). Aunque la autofecundación puede ser útil en plantas aisladas, a largo plazo puede reducir la cantidad de frutos y

la calidad de las semillas debido a la reproducción entre parientes cercanos (Young *et al.* 1996). Por lo tanto, el color no solo afecta la cantidad de semillas, sino que es un factor determinante en el potencial del cultivo para ser productivo y sostenible a largo plazo.

Aunque aún falta un estudio formal sobre los polinizadores del achiote en la península de Yucatán, en otras regiones se ha documentado la visita de diversos insectos, como abejas [*Apis mellifera* (Linnaeus, 1758)], abejas nativas (géneros *Trigona* Jurine, *Xylocopa* Latreille, *Euglossa* Latrei-

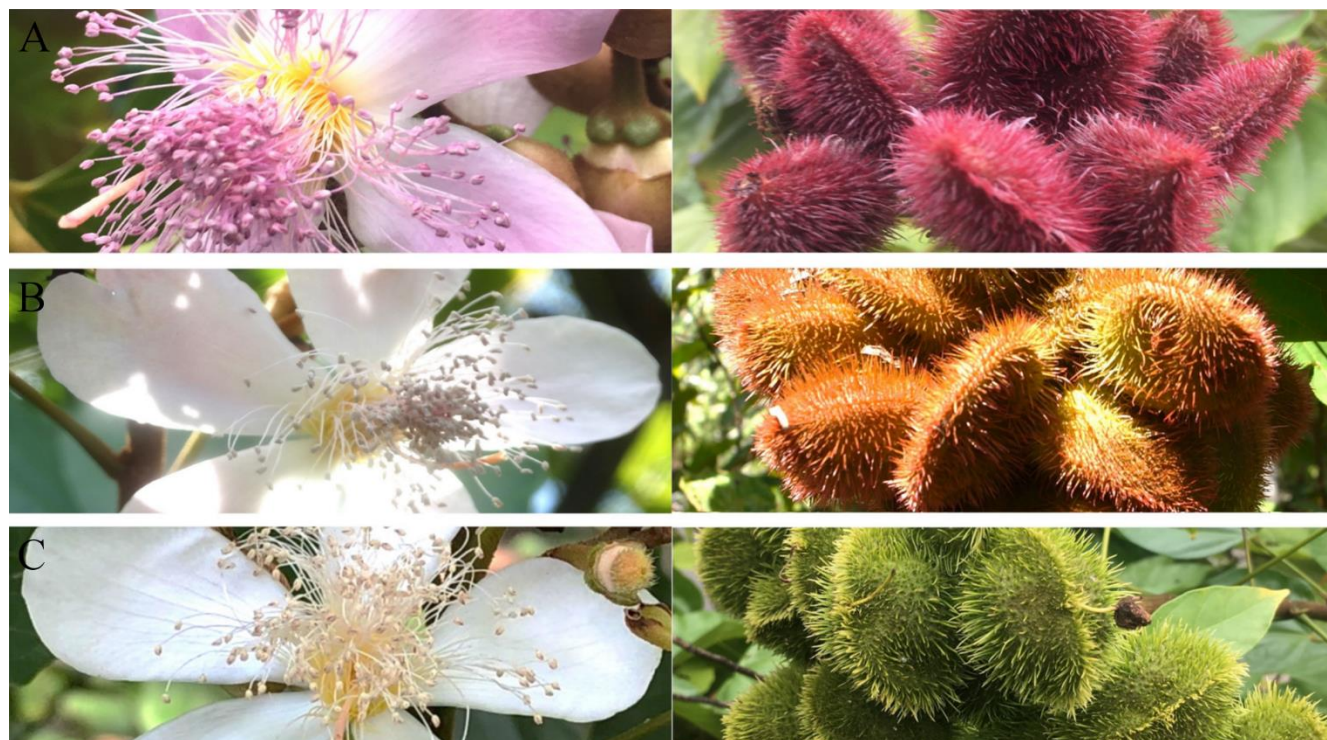


Figura 4. Diversidad en color de flor y fruto inmaduro del achiote observados en los sistemas agrícolas. **A.** Flor de color rosa y fruto inmaduro rojo. **B.** Flor color ligeramente rosa y fruto inmaduro verde-rojo. **C.** Flor color blanca y fruto inmaduro verde. (Fotografías: **A.** Margarita Aguilar-Espinosa. **B-C.** Rodolfo Pech-Hoil).

lle) (Figura 5), moscas y hormigas. Estudios recientes en la región han observado la presencia de estas especies en cultivos tradicionales, como la milpa y los huertos familiares (Serralta-Batún *et al.* 2024). Además, se sabe que los sistemas de cultivo tradicionales mantienen una mayor diversidad de polinizadores en comparación con los monocultivos extensivos, debido a la mayor complejidad estructural y diversidad floral, que favorecen la presencia y actividad de insectos benéficos.

Este conocimiento es crucial para los programas de mejoramiento del achiote. Conocer más sobre las condiciones en las que la planta de achiote se reproduce mejor, y las condiciones

que favorecen la diversidad genética. Esto igualmente permite un mejor aprovechamiento y conservación de esta planta, asegurando la producción sostenible de sus pigmentos y propiedades medicinales, entre otros.

Referencias

- Agnoletti M., Pelegrín Y.M., & Alvarez A.G. 2022.** The traditional agroforestry systems of Sierra del Rosario and Sierra Maestra, Cuba. *Biodiversity and Conservation* 31(10): 2259-2296.
<https://doi.org/10.1007/s10531-021-02348-8>



Figura 5. Polinizadores visitantes en achote. **A.** Abeja de las orquídeas (género *Euglossa*) **B.** Abeja melífera (*Apis mellifera*) **C.** Silueta de la abeja carpintera (género *Xylocopa*). (Fotografías: Rodolfo Pech-Hoil).



Pech-Hoil R., Ferrer M.M., Aguilar-Espinosa M., Valdez-Ojeda R., Garza-Caligaris L.E., & Rivera-Madrid R. 2017. Variation in the mating system of *Bixa orellana* L. (achiote) under three different agronomic systems. *Scientia Horticulturae* 223: 31-37.

<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.05.031>

Rivera-Madrid R. 2021. La cadena de valor del achiote (*Bixa orellana*) detrás del avance científico y tecnológico. *Desde el Herbario CICY* 13: 222-226.

Serralta-Batún L.P., Jiménez-Osornio J.J., Meléndez-Ramírez V., & Munguía-Rosas M.A. 2024. Taxonomic and functional diversity of bees in traditional agroecosystems and tropical forest patches on the Yucatan peninsula. *Tropical Conservation Science* 17: 1-16.

<https://doi.org/10.1177/19400829231225428>

Young A., Boyle T., & Brown T. 1996. The population genetic consequences of habitat fragmentation for plants. *Trends in ecology & evolution* 11(10): 413-418.

[https://doi.org/10.1016/0169-5347\(96\)10045-8](https://doi.org/10.1016/0169-5347(96)10045-8)

Desde el Herbario CICY, 17: 285-292 (27-noviembre-2025), 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. 110, www.cicy.mx/Sitios/Desde_Herbario/, webmas@cicy.mx. Editores responsables: Germán Carnevali, Patricia Rivera Pérez y José Luis Tapia Muñoz. 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: 27 de noviembre de 2025. 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.