



Desde el Herbario CICY

Revista de divulgación científica editada por la Unidad de Recursos Naturales

El girasol mexicano (*Tithonia diversifolia*) en la investigación científica: una síntesis global

Más allá de los hijuelos: el potencial reproductivo del *Agave* híbrido 11648

Sin hojas, sin raíces... y sin fronteras: la colonización pantropical de *Cassytha filiformis*

Amaranto: un aliado natural contra la diabetes

Nanotecnología en la agricultura: pequeñas maravillas, grandes beneficios

Ramón: un tesoro ancestral nutricional y medicinal que crece en los bosques mexicanos

Fernando Casanova-Lugo



ISSN: 2395-8790

https://www.cicy.mx/sitios/desde_herbario

Vol. 17, Núm. 8. Agosto de 2026

Contenido

4 Instrucciones para los autores

5 Desde el comité editorial

6 Celebraciones del mes

6 9 de agosto: Día Internacional de los Pueblos Indígenas

7 La especie del mes: Cocodrilos: entre el pasado y el presente

8 Ensayos del mes

8 El girasol mexicano (*Tithonia diversifolia*) en la investigación científica: una síntesis global

14 Más allá de los hijuelos: el potencial reproductivo del *Agave* híbrido 11648

18 Sin hojas, sin raíces... y sin fronteras: la colonización pantropical de *Cassytha filiformis*

22 Amaranto: un aliado natural contra la diabetes

28 Nanotecnología en la agricultura: pequeñas maravillas, grandes beneficios

32 Ramón: un tesoro ancestral nutricional y medicinal que crece en los bosques mexicanos

37 Próximo número

Directorio

COMITÉ EDITORIAL 2026-2027

Editor General

Jaime Martínez Castillo

Editores de producción

Alfredo Dorantes Euan

Ariadna Ibarra Morales

Editores Asociados

Germán Carnevali Fernández-Concha

Ivón M. Ramírez Morillo

Luz María del Carmen Calvo Irbien

Manuel Martínez Estévez

Juan Manuel Dupuy Rada

Luis Alexander Peña Peniche

Pilar Angélica Gómez Ruiz

María Azucena Canto Aguilar

Mariana Chávez Pesqueira

Ivonne Sánchez del Pino

Casandra Reyes García

Rodrigo Duno de Stefano

Javier Orlando Mijangos Cortés

Patricia Rivera Pérez

José Luis Andrade Torres

José Luis Hernández Stefanoni

María Guadalupe Carrillo Galván

José Viccon Esquivel

Virginia Aurora Herrera Valencia

Oscar Alberto Moreno Valenzuela

Jorge Carlos Trejo Torres

Eduardo Cejudo Espinosa

Ramón Mariaca Méndez

Luz Adriana Pérez Solano

Jorge Urdapilleta Carrasco

Diseño Editorial

Norma Marmolejo Quintero

Sitio web

José Fernely Aguilar Cruz

Diseño para redes sociales y difusión

Erika Gabriela Cano León

Desde el Herbario CICY es una publicación mensual editada por la Unidad de Recursos Naturales del Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. Reserva de Derechos al Título Exclusivo No. 04-2016-041413195700-203, otorgado por el Instituto Nacional del Derecho de Autor, ISSN: 2395-8790. Desde el Herbario CICY –DHCICY– © 2026 by Editor General DHCICY is licensed under CC BY-NC-ND 4.0. To view a copy of this license, visit <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>. Las opiniones expuestas por los autores no necesariamente expresan la postura de los editores. La responsabilidad sobre la veracidad y la precisión de los contenidos corresponde a los autores de los ensayos.

Desde el Herbario CICY –DHCICY– es una revista fundada en 2009 por la Dra. Ivón M. Ramírez Morillo y los Dres. Germán Carnevali Fernández-Concha y Rodrigo Duno de Stefano, investigadores de la Línea de Sistemática y Florística de la Unidad de Recursos Naturales del Centro de Investigación Científica de Yucatán, encargados del Herbario CICY.

DHCICY se especializa en la divulgación científica, con énfasis en temas de la biología vegetal en sus diferentes niveles de organización y enfoques de estudio, así como en sus interacciones con otros seres vivos (animales, hongos, microorganismos). También, acepta ensayos de otras áreas científicas que aborden temas relacionados con las plantas u otros organismos. Siendo el objetivo central la divulgación científica, transmitida de forma amena y accesible a la sociedad, se recomienda que los autores dominen el tema a tratar para presentar la información de forma resumida y escribir un ensayo fácilmente entendible por un lector no versado en el tema, manteniendo siempre la calidad científica. Se recomienda que el ensayo tenga una línea narrativa que incluya el planteamiento de una interrogante o hipótesis científica y su resolución o posibles escenarios explicativos. Los ensayos descriptivos son también aceptables, siempre y cuando contengan aspectos novedosos o relevantes del tema abordado. Comentarios sobre eventos científicos (o de la historia de la ciencia), así como reseñas de libros, artículos u otras publicaciones de relevancia para la comunidad científica nacional e internacional son bienvenidos. Por la naturaleza de **DHCICY**, se recomienda ampliamente que el ensayo contenga imágenes de alta calidad, las cuales estén relacionadas con el tema abordado; estas permitirán atraer la atención del público y también le darán al ensayo un mayor realce y difusión en redes sociales. El Comité Editorial de **DHCICY** velará por el mantenimiento de estos valores de calidad científica, literaria y editorial. Los ensayos podrán ser publicados en español o inglés. Para más información visitar el sitio https://www.cicy.mx/sitios/desde_herbario. En caso de interés de publicar en DHCICY, enviar sus manuscritos o escribir al correo electrónico: desde.el.herbario@cicy.mx.

Instrucciones para los autores

Desde el Herbario CICY es un espacio para compartir ciencia y naturaleza con la sociedad. Invitamos a estudiantes, investigadores y amantes de la biodiversidad a colaborar con artículos de divulgación claros, creativos y accesibles.

Guía corta (Para más información, ir a https://www.cicy.mx/sitios/desde_herbario).

Título. Breve, conciso y refleje el contenido del manuscrito (máximo 15 palabras). Escribirlo en altas y bajas, centrado; nombres científicos en cursivas, sin la autoría del taxón.

Nombre de los autores, adscripción y correo electrónico. Máximo cuatro autores. Escribir los nombres completos: nombre de pila en altas y bajas, apellidos en altas y bajas, alineados al centro. Incluir nombre de la institución de adscripción, dirección de cada autor y el correo electrónico de dos autores por correspondencia.

Resumen. Resumen breve, máximo 100 palabras.

Palabras clave. Máximo cinco, en orden alfabético, no deben aparecer en el título. Se aceptan palabras compuestas de tres palabras, máximo cuatro (e. g., "Sierra Madre del Sur").

Nombres científicos. En itálicas, género (o niveles inferiores) con su autoría solamente la primera vez que se le cita en el texto; autorías se omiten en el título, resumen y en las leyendas de las figuras.

Texto del ensayo. No exceder tres cuartillas, incluyendo el título, resumen, autores y adscripciones, las referencias y las leyendas de las figuras. Manuscrito a espacio simple y justificado a la izquierda, en Times New Roman 12 pts.

Iconografía. Mínimo dos imágenes, máximo 5. Dar el crédito de las imágenes en las leyendas de las figuras. Imágenes de la web deben ser de uso no restringido y su origen reconocido con la cita de la liga a la imagen en la web. Características: a) **resolución mínima de 300 dpi**, b) formato tiff o jpg, c) bien enfocadas, d) dimensiones de **al menos 10 x 10 cm**, e) no pesar **más de 10 MB**. Se envían como archivos individuales, **no ensambladas/compuestas**. Se aceptan propuestas de imágenes compuestas, pero la decisión final es responsabilidad del comité editorial de DHCICY. Las leyendas de las figuras se ponen al final del ensayo.

Cita de las referencias en el texto. Todas las citas incluidas en el texto deben estar en la sección de **Referencias**. Se recomienda no más de **10 citas**, ordenadas cronológicamente y siguiendo este formato: Ruiz-Sánchez (2011) y Carnevali & Cetzal-Ix (2012). En caso de tres o más autores: Clarke *et al.* (2009). En caso de citarse varios trabajos a la vez, se ordenarán cronológicamente, ejemplo: (Clarke *et al.* 2009, Carnevali & Cetzal-Ix 2012). Si se citan dos o más trabajos de un mismo autor o autores publicados en el mismo año, sus referencias se complementarán con letras junto al año (a, b, c, d, etc.).

Poner el **DOI** cuando este exista. Las **comunicaciones personales** se citarán solo en el texto principal, por ejemplo: (J. Pérez, *com. pers.*).

Referencias. Lista completa de las fuentes de información mencionadas en el texto, en estricto orden alfabético y de acuerdo con los siguientes ejemplos:

Artículos

Clarke H.D., Seigler D.S., Ebinger J.E. 2009. Taxonomic revision of the *Vachellia acuífera* species group (Fabaceae: Mimosoideae) in the Caribbean. *Systematic Botany* 34: 84-101.
<https://doi.org/10.1600/036364409787602285>

Libros

Carnevali G., Tapia-Muñoz J.L., Duno de Stefano R., Ramírez-Morillo I. 2010. *Flora Ilustrada de la Península de Yucatán: Listado Florístico*. Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C., Mérida, Yucatán, México. 328 pp.

Cox C.B., Moore P.D. 1996. *Biogeography: An Ecological and Evolutionary Approach*. Blackwell Science, Oxford. 385 pp.

Capítulos en libros

Gentry A.H. 1991. The distribution and evolution of climbing plants. En: Putz F.E. y Money H.A. Eds. *The Biology of Vines*, pp. 1-49. Cambridge University Press, Cambridge.

Tesis

García-Lara S.L. 2013. Sistemática de *Pithecellobium* Mart. Sección *Spitacatae* L. Rico y taxonomía de *P. lanceolatum* (Willd.) Benth. (Leguminosae). Tesis Maestría, Centro de Investigación Científica de Yucatán, México, Yucatán.

Documentos electrónicos

Tropicos. 2014. Missouri Botanical Garden. <http://www.tropicos.org/Name/5501778> (consultado: 6 Octubre 2014).

Cuadros o tablas

Deben entregarse en archivos separados en Word.

Leyendas (de cuadros y figuras)

Colocarse después de las referencias. Cada leyenda no exceda de cuatro líneas.

Agradecimientos. A personas, instituciones financiadoras, comunidades donde se realizan los estudios, árbitros, etc.

Estimada comunidad lectora de Desde el Herbario CICY –DHCICY–

Los saludamos nuevamente, esperando hayan disfrutado de nuestro número de julio. En este número de agosto les traemos seis ensayos que esperamos disfruten de su lectura.

El primer ensayo nos presenta una síntesis de la investigación sobre el girasol mexicano (*Tithonia diversifolia*), mostrándonos la existencia de un incremento en publicaciones de esta especie relacionadas con agricultura, farmacología y restauración de suelo; siendo los países de Brasil, México y países africanos quienes lideran la producción científica. Los autores señalan que aún hay vacíos de información en temas como los sistemas silvopastoriles, evaluaciones económicas y mitigación de gases de efecto invernadero, en donde el girasol mexicano puede aportar a la investigación científica.

Nuestro segundo ensayo presenta al agave híbrido 11648, el cual se cultiva en distintos países para la producción de fibra. Este híbrido se propaga por hijuelos, permitiendo mantener características productivas estables, pero limitando la generación de variación genética. Los autores analizaron el tamaño, el peso y la capacidad de germinación de sus semillas encontrando que, después de tres años de almacenamiento, el 35 % de estas germinó; así, la combinación de una propagación por hijuelos y la producción de semillas son una alternativa para incrementar la variabilidad genética del cultivo.

El tercer ensayo habla de *Cassytha filiformis*, especie de enredadera parásita que se distribuye en ambientes abiertos cercanos a las costas de los trópicos y subtropicos del mundo. Esta planta parasita desde hierbas hasta árboles, y es considerada una plaga que afecta severamente cultivos de importancia económica. Sin embargo, en China ha sido utilizada desde tiempos ancestrales en la medicina tradicional, por lo que su potencial farmacológico ha despertado interés en la medicina moderna.

En el cuarto ensayo, los autores nos presentan al consumo de amaranto como una alternativa contra la diabetes mellitus, enfermedad que afecta a uno de

cada 10 adultos en el mundo. En la búsqueda de alternativas más saludables, las plantas comestibles como el amaranto emergen como poderosos aliados. Esta planta es muy rica en nutrientes y es fuente de compuestos químicos bioactivos que le confieren potencial aplicación en la alimentación funcional para el control de la glucosa en sangre.

Nuestro quinto ensayo nos presenta a la nanotecnología y los impactos positivos que esta empieza a tener en la agricultura, transformando el campo con nanofertilizantes y nanoherbicidas que mejoran la eficiencia y reducen el impacto ambiental; así como el uso de nanosensores para el monitoreo preciso de las condiciones del suelo y del clima, o la biofertilización en plantas de interés comercial para desarrollar cultivos sostenibles.

En el último ensayo, los autores nos muestran las bondades del ramón (*Brosimum alicastrum*), árbol valorado desde la época prehispánica en el área maya. Las semillas del ramón producen una harina nutritiva, rica en fibra, proteínas y minerales, útil en tiempos de escasez. También, sus hojas son usadas como forraje; a veces se le llama el “árbol botiquín” por sus usos medicinales tradicionales en la cultura maya. Hoy, su resiliencia climática y versatilidad lo posicionan como alternativa sostenible para aportar a la resolución de problemas de desnutrición, ganadería y conservación ambiental actual.

En nuestra sección, Celebraciones del mes, les traemos el “Día Internacional de los Pueblos indígenas” celebrado el 9 de agosto en reconocimiento a su importante papel en la conservación de los recursos naturales de México. Por último, y como no solo publicamos de plantas, en nuestra sección “La especie del mes” les traemos a los cocodrilos, uno de los grupos de reptiles más representativos de México y cuyo día festejamos el 23 de agosto en nuestro país.

Esperamos disfruten de la lectura de este número de DHCICY.

Editor General

Celebraciones del mes

Cada año, en agosto, celebramos una fecha para reconocer a los pueblos indígenas y su papel fundamental en el cuidado y la conservación de los recursos naturales de México:

9 de agosto: Día Internacional de los Pueblos Indígenas



Foto: Wendy M. Torres



Foto: Wendy M. Torres



Foto: Wendy M. Torres

En 1994, la Asamblea General de las Naciones Unidas estableció el 9 de agosto como el Día Internacional de los Pueblos Indígenas. Esta conmemoración tiene como propósito visibilizar los desafíos sociales, económicos y de derechos humanos que enfrentan los pueblos indígenas en todo el mundo, así como reconocer y valorar su diversidad cultural, sus lenguas y sus tradiciones.

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas (ONU), existen aproximadamente 476 millones de personas indígenas en el mundo, pertenecientes a más de 5,000 grupos distintos distribuidos en 90 países. Sin embargo, estos pueblos continúan formando parte de los sectores más desfavorecidos y vulnerables, representando cerca del 15 % de la población que vive en condiciones de mayor marginación.

En México habitan 68 pueblos indígenas, cada uno con una lengua originaria. La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos reconoce sus derechos, garantiza la no discriminación y el respeto a su libre determinación, además de reconocer a México como una nación pluricultural sustentada en sus pueblos indígenas y su herencia cultural.

La diversidad de pueblos indígenas de México ha establecido, a lo largo de la historia, una estrecha relación con la biodiversidad de sus territorios. Esta interacción generó procesos de selección y aprovechamiento de recursos naturales, así como

a la generación de conocimientos para su uso y manejo, indispensables para la alimentación, la medicina, la vestimenta, la higiene y la vivienda de las comunidades. Por ello, el enfoque biocultural resulta fundamental para la conservación y el desarrollo sustentable de la biodiversidad en México, uno de los países megadiversos del mundo.

En la Península de Yucatán, el sistema productivo de la milpa ha sido reconocido como un Sistema Importante del Patrimonio Agrícola Mundial. Desarrollado por el pueblo maya, este sistema ha permitido, durante generaciones, la selección, domesticación y conservación de variedades nativas de maíz, frijol, íbes y calabazas, que constituyen la base alimentaria de numerosas comunidades. De igual manera, destaca la riqueza del sistema médico tradicional maya, integrado por conocimientos, prácticas y recursos que contribuyen al cuidado de la salud. Asimismo, el manejo tradicional de los recursos forestales para la obtención de leña, madera para construcción, utensilios y otros bienes esenciales para la vida cotidiana.

En la línea de Agrobiodiversidad para la Sustentabilidad Ecológica y Cultural de la Unidad de Recursos Naturales del Centro de Investigación Científica de Yucatán, reconocemos la importancia del conocimiento generado por las comunidades mayas como parte de nuestros estudios.

Wendy Marisol Torres Avilez

Cocodrilos: entre el pasado y el presente



Porque en Desde el Herbario CICY no solo publicamos sobre plantas, en esta ocasión les traemos a los cocodrilos. Entre los grandes depredadores que habitan actualmente nuestro planeta, los cocodrilos forman parte de uno de los linajes más antiguos; son sobrevivientes de una historia evolutiva que se remonta al tiempo de los dinosaurios. Al contrario de lo que a veces se piensa, los cocodrilos no son copias intactas del pasado, pero sí es cierto que su diseño ha cambiado poco a lo largo de aproximadamente 200 millones de años: cuerpo alargado, cola y mandíbulas fuertes, vida semiacuática y excelentes emboscadores de sus presas; además, pueden sobrevivir largos periodos sin alimentarse, debido al bajo gasto energético que poseen.

A pesar de su éxito evolutivo, los cocodrilos hoy enfrentan amenazas como la pérdida y degradación de su hábitat, caza ilegal, conflicto con poblaciones humanas (por el espacio que ambos ocupan, por competencia por recursos pesqueros, entre otros) y cambio climático. Este último puede afectar su reproducción debido a un fenómeno conocido como determinación sexual dependiente de la temperatura, en el que el sexo de la cría está influido por la temperatura de incubación de los huevos. En muchas especies, las temperaturas muy altas pueden producir más hembras y alterar la proporción de sexos en las poblaciones.

En México se conmemora el 23 de agosto el Día Nacional del Cocodrilo. Esta fecha busca dar a conocer a estos fascinantes animales y sensibilizar a las personas sobre su importancia ecológica, la

protección de su hábitat y la convivencia responsable con estas especies. En nuestro país habita el cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*) distribuido principalmente en la vertiente del Golfo de México y la Península de Yucatán, el cocodrilo de río (*Crocodylus acutus*) que es el de mayor tamaño en México, distribuido en la vertiente del Pacífico y la Península de Yucatán, y el caimán (*Caiman crocodilus*), distribuido en Chiapas y Oaxaca que, aunque no es un “cocodrilo verdadero”, se incluye dentro de esta conmemoración. Las tres especies están “sujetas a protección especial” por las normas ambientales de nuestro país.

Los cocodrilos viven principalmente en manglares, lagunas, ríos y pantanos, de agua dulce o salobre. En estos ecosistemas cumplen funciones importantes, como regular poblaciones de peces, aves, mamíferos y crustáceos de los que se alimentan. También pueden actuar como “ingenieros” del ecosistema, por ejemplo, al excavar y mantener pozas para descansar o refugiarse modifican el hábitat, mueven nutrientes y crean refugios para otros organismos. Además, pueden actuar como bioindicadores de contaminación por metales.

Al conservar a los cocodrilos (y caimanes) también se protegen los ecosistemas donde habitan y de los que dependen muchas otras especies, incluidas las poblaciones humanas. Su presencia nos recuerda que los ecosistemas sanos necesitan depredadores, equilibrio y espacios bien conservados.

Luz Adriana Pérez-Solano

El girasol mexicano (*Tithonia diversifolia*) en la investigación científica: una síntesis global

Fernando Casanova-Lugo^{1*}, Justo R. Enríquez-Nolasco², Armando Escobedo-Cabrera^{1,3} y
Carlos Luna-Palomera⁴

¹Tecnológico Nacional de México Campus IT de la Zona Maya. Carretera Chetumal-Escárcega Km 21.5, Ejido Juan Sarabia, 77965, Othón P. Blanco, Quintana Roo, México.

²Estudiante del Doctorado en Ciencias en Ecología y Desarrollo Sustentable. El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Villahermosa. Carretera Villahermosa-Reforma Km 15.5, Ranchería Guineo, Sección II, 86280, Villahermosa, Tabasco, México.

³Estudiante del Doctorado en Ciencias en Ecología y Desarrollo Sustentable. El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Chetumal. Avenida Centenario km 5.5, Colonia Pacto Obrero Campesino, 77014, Chetumal, Quintana Roo, México.

*fkzanov@gmail.com

Resumen

Tithonia diversifolia es una especie neotropical de la familia Asteraceae con amplio interés ecológico, agroecológico y productivo. El objetivo de este ensayo fue realizar una síntesis bibliométrica de la investigación científica sobre *T. diversifolia* a nivel global. Se analizaron artículos en Web of Science publicados entre 1981-2025, delimitando a 2015–2025, utilizando las palabras clave: “*Tithonia diversifolia*” y “Mexican sunflower”. Los resultados indicaron un incremento en las publicaciones, con énfasis en agricultura, farmacología y restauración de suelo. Brasil, México y países africanos lideran la producción cien-

tífica. Identificamos vacíos de investigación en sistemas silvopastoriles, evaluaciones económicas y mitigación de gases de efecto invernadero.

Palabras clave: Agroecología, bibliometría, compuestos bioactivos, sistemas silvopastoriles, sostenibilidad.

Tithonia Desf. ex Juss. es un género neotropical de la familia Asteraceae que incluye hierbas, arbustos o pequeños árboles con capítulos grandes y vistosos (estructura floral típica de la familia), hojas lobadas (con divisiones profundas) y filarios imbricados (brácteas superpuestas que rodean el capítulo). El género comprende alrededor de 11 especies distribuidas principalmente en Mesoamérica, algunas de

estas cultivadas fuera de su rango de distribución natural con fines ornamentales. Entre las especies de este género, *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray destaca por su valor ecológico y sus múltiples usos tradicionales (Tropicos 2026a). Conocida como girasol mexicano, mirasol, saján o quil, es una planta herbácea perenne o arbustiva que puede alcanzar entre uno y cinco metros de altura, con flores amarillas y hojas simples o lobadas (Fig. 1). La especie presenta una amplia distribución en Mesoamérica y se ha naturalizado en regiones tropicales de América, África, Asia y Oceanía (Tropicos 2026b).

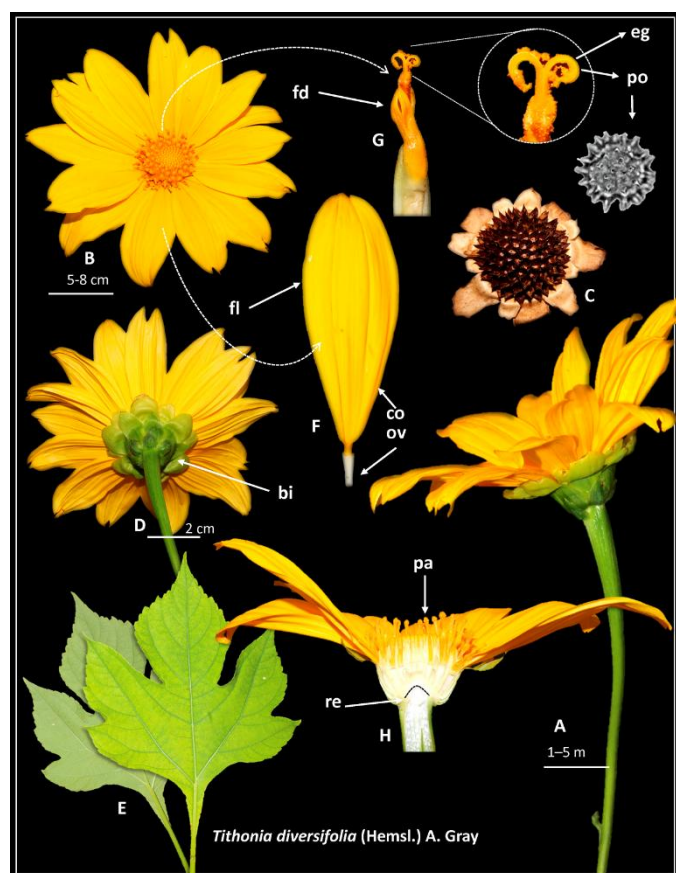


Figura 1. Representación botánica de *Tithonia diversifolia*. **Morfología:** A=Rama; B=Inflorescencia; C=Infrutescencia; D=Cara externa del involucreo; E=Hojas observadas en la superficie adaxial y abaxial; F=Flor ligulada; G=Flor del disco; H=Corte longitudinal de la cabezuela. **Abreviaturas:** bi = bráctea del involucreo; co = corola; fd = flor de disco; fl = flor ligulada; ov = ovario; re = receptáculo. (Ilustración por J.R. Enríquez-Nolasco, fotografías: J.R. Enríquez-Nolasco (A-H) y D. Bolívar-Moreno (po)).

Tithonia diversifolia ha sido identificada como una especie de alto potencial agroecológico, especialmente en sistemas silvopastoriles, debido a su rápida producción de biomasa y su valor como forraje (Uu-Espens *et al.* 2022). Su capacidad para crecer en diversos ambientes, tolerar condiciones edáficas adversas y aportar nutrientes al suelo, la convierte en una opción viable para mejorar la calidad del suelo y la productividad agrícola y pecuaria (Sparta *et al.* 2025). Como forraje, contribuye a la nutrición animal, ofrece una fuente alternativa de proteína y mejora la eficiencia productiva en sistemas tropicales (Borrás-Enríquez *et al.* 2025). Además, la especie se utiliza en medicina tradicional, como ornamental y en la recuperación de suelos degradados (Agbede 2025). Aunque existen números estudios sobre usos productivos (Fig. 2), persiste la ausencia de análisis

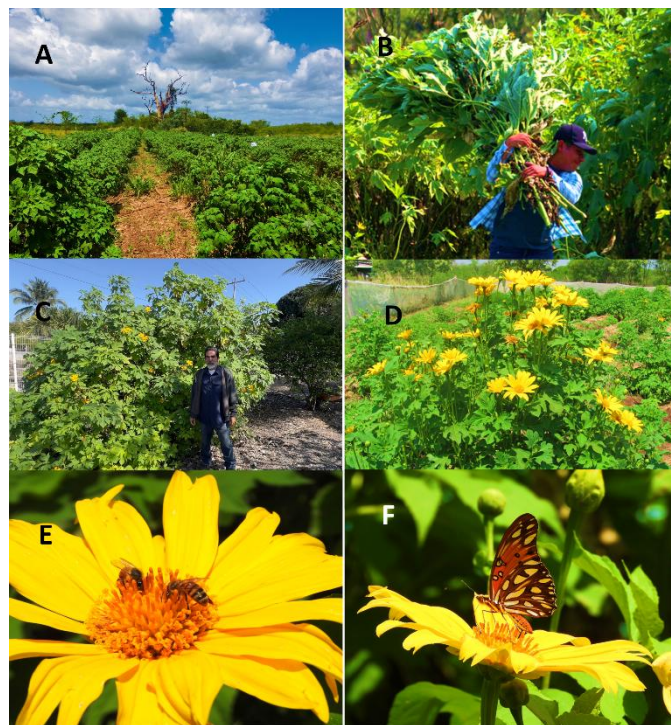


Figura 2. Algunos usos de *Tithonia diversifolia*. **A-B.** Cultivo de *Tithonia diversifolia* en bancos de proteína de corte y acarreo para la producción de forraje de calidad. **C-D.** En huertos o solares de las comunidades rurales con fines ornamentales y/o medicinales. **E-F.** En jardines para mantener y/o aumentar la diversidad de insectos de polinizadores con fines de restauración. (Fotografías: F. Casanova-Lugo (A, D, E, F), C. Luna-Paloma (B), A. Escobedo-Cabrera (C)).

sistemáticos que sinteticen la evolución de la investigación científica, particularmente en agroecosistemas. En este contexto, la presente síntesis bibliométrica busca contribuir a esa brecha, identificando las áreas de investigación, países líderes y autores más relevantes a nivel global.

Al realizar una revisión en la base de datos Web of Science, utilizando las palabras clave “*Tithonia diversifolia*” y “Mexican sunflower” (búsqueda realizada el 12/01/2026), fueron encontrados un total de 660 artículos durante el período 1981-2025; cuando se delimitó al período 2015–2025, son presentados 387 artículos, evidenciando cómo en los últimos años, esta planta aún está siendo investigada en diferentes campos de las ciencias, principalmente en el área de agricultura, ciencias vegetales y farmacología (Fig. 3). La producción científica sobre *T. diversifolia* durante el periodo 2015–2025 estuvo liderada por Kenia (104 artículos), Brasil (74) y Nigeria (71). A estos países les siguieron, México, Estados Unidos, Colombia, Alemania, Indonesia, Inglaterra y la República Popular China, con una producción de entre 30 y 62 publicaciones (Fig. 4), aunque se registraron publicaciones provenientes de otros 57 países. Esta amplia distribución geográfica de la investigación sugiere un interés global en la especie.



Figura 3. Número de artículos publicados en las 10 principales áreas de investigación, basado en los datos de WoS, con las palabras clave “*Tithonia diversifolia*” y “Mexican sunflower”. (Ilustración: J.R. Enríquez-Nolasco).

Dicho interés se relaciona con los múltiples usos documentados para *T. diversifolia*, entre ellos su empleo como forraje, abono verde y bioinsumo agrícola, así como, su reconocimiento como especie invasora en algunas regiones. En Latinoamérica, la in-

vestigación sobre *T. diversifolia* se centra en aprovechar sus beneficios como forraje nutritivo y componente de sistemas agroforestales sostenibles. Los estudios miden su impacto en la producción de leche y las ganancias de peso en animales domésticos, así como en la calidad de los suelos. En África y Asia el enfoque es distinto, dado que *T. diversifolia* es una especie invasora que puede afectar cultivos, pastos nativos y la disponibilidad de agua. La investigación analiza su ecología, impactos negativos y estrategias de control, así como sus compuestos químicos defensivos.

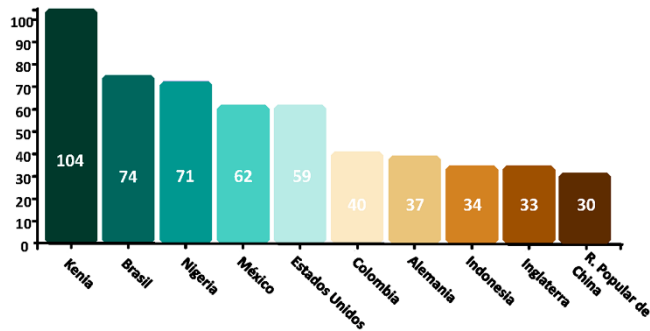


Figura 4. Los diez países con mayor producción de artículos científicos durante el periodo 1981-2025 en relación con el tema, basado en los datos de WoS, con las palabras clave “*Tithonia diversifolia*” y “Mexican sunflower”. (Ilustración: J.R. Enríquez-Nolasco).

De manera general, durante la última década los estudios sobre *T. diversifolia* se han enfocado en determinar su composición química con fines medicinales, industriales y para el control de plagas. En el ámbito de la nutrición animal, se han evaluado sus efectos sobre el comportamiento productivo y su potencial para la reducción del metano entérico (Gas metano generado durante la digestión de los rumiantes por la fermentación en el rumen). También, diversos trabajos presentan un enfoque agroecológico, principalmente relacionado con la fertilidad y restauración de suelos, así como con la productividad de los agroecosistemas. En conjunto, estos estudios evidencian que la investigación sobre *T. diversifolia* integra múltiples enfoques disciplina-rios (Fig. 5). Por ejemplo, el estudio más citado a nivel mundial de *T. diversifolia* en el periodo 2015–2025 de la WoS es el de Wei *et al.* (2021), referente al uso de metabolitos secundarios (i.e. compuestos

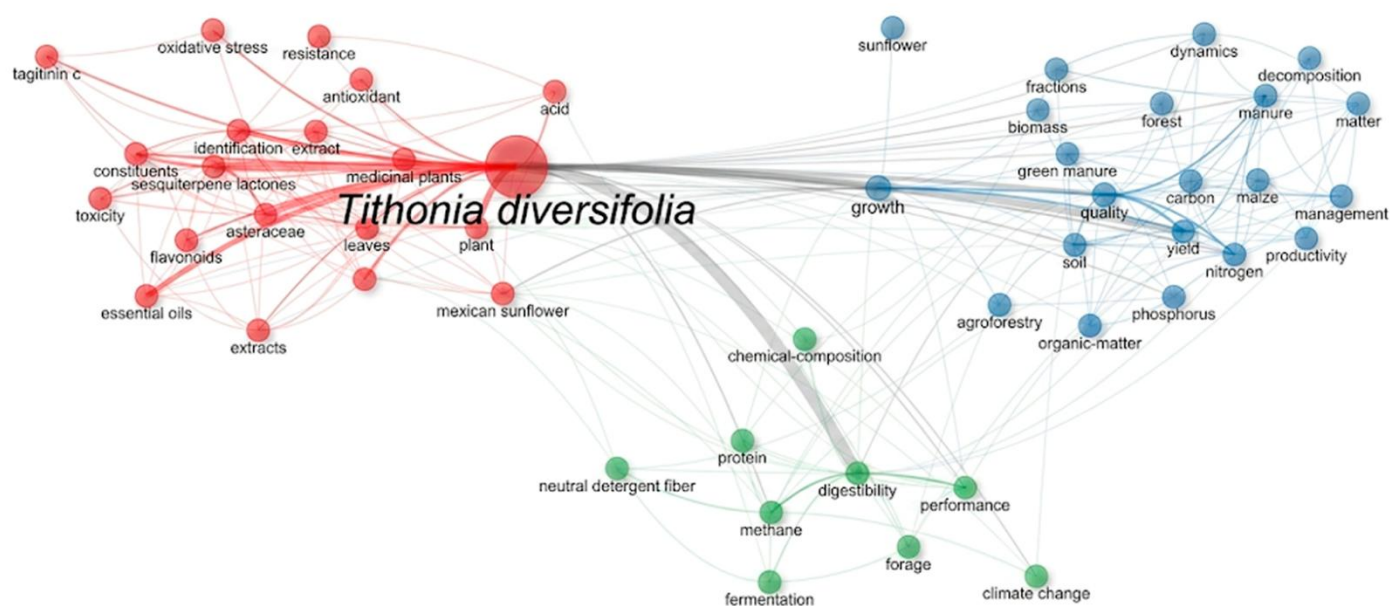


Figura 5. Visualización de la red de palabras clave durante el periodo 2015–2025 en investigaciones relacionadas con *Tithonia diversifolia*, basado en los datos de Web of Science (WoS). (Imagen generada por Fernando Casanova-Lugo mediante la interfaz *biblioshiny* del paquete *bibliometrix* (v. 5.4.1), ejecutada en RStudio v. 2025.05.1+513)

químicos producidos por las plantas que pueden tener actividad biológica, como los terpenos) en el tratamiento del cáncer colorrectal. Le sigue en número de citas el estudio de Sampaio *et al.* (2016), quienes analizaron la influencia de diferentes factores ambientales abióticos (i.e., temperatura, luz o disponibilidad de agua) en el perfil de metabolitos de *T. diversifolia*. Por su parte, Adekiya *et al.* (2020) evidenciaron el impacto de diferentes abonos orgánicos entre los que destaca *T. diversifolia* y fertilizantes NPK (fertilizantes minerales que contienen nitrógeno, fósforo y potasio) sobre las propiedades del suelo, crecimiento, rendimiento y composición química de abelmosco (*Abelmoschus esculentus* L.).

Asimismo, Nziguheba *et al.* (2016) demostraron el potencial de *T. diversifolia* en la recuperación de suelos agrícolas de pequeños productores del África con fines de intensificación. Otro estudio realizado por Supong *et al.* (2019) analizó la eficacia del bio-carbón (carbón obtenido de biomasa vegetal mediante procesos de calentamiento controlado) activado de *T. diversifolia* en soluciones acuosas para eliminar Bisfenol A (un compuesto químico indus-

trial usado para fabricar plásticos rígidos y policarbonato y resinas epoxi, presentes en biberones, botellas, latas de alimentos y otros envases, pero que puede migrar a los alimentos), por mencionar algunos estudios.

En suma, esta breve síntesis evidencia que, si bien *T. diversifolia* ha sido ampliamente estudiada en campos como la farmacología, la química de metabolitos secundarios, la agricultura y la restauración de suelos, aún existen oportunidades de investigación. En particular, su integración funcional dentro de sistemas silvopastoriles y agroecosistemas complejos ha sido poco explorada. Asimismo, persisten vacíos de información relacionados con su manejo agronómico a largo plazo, su interacción con otras especies forrajeras y su contribución a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en sistemas ganaderos. En este sentido, es necesario validar sus beneficios ambientales, especialmente su impacto en la reducción de metano entérico y óxido nitroso, ya que algunos estudios recientes presentan resultados contradictorios. También, resulta importante profundizar en evaluaciones económicas y en el escalamiento productivo dentro de sistemas

agro-silvopastoriles, incluyendo análisis de costo-beneficio y de servicios ecosistémicos como la polinización, la recuperación de suelos degradados y el secuestro de carbono.

Además, es necesario evaluar la adaptación y el manejo de *T. diversifolia* bajo escenarios de cambio climático, ya que su distribución podría expandirse. También, se requiere promover la gestión sostenible de su potencial invasor, mediante estrategias que permitan aprovechar sus beneficios y, al mismo tiempo, mitigar sus riesgos ecológicos. En este contexto, el futuro de la investigación sobre *T. diversifolia* debe ser interdisciplinario e integrador, combinando ecología, agronomía, ciencias sociales y economía. Ello permitirá generar conocimiento para orientar la toma de decisiones sobre su erradicación, control o cultivo responsable, según el contexto socio-ecológico.

Agradecimientos

Se agradece a la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI) por las becas otorgadas para estudios de posgrado (Convocatoria Becas Nacionales 2025-2) del segundo y tercer autor. Asimismo, los autores agradecen al TecNM por el financiamiento al proyecto “Sistemas agroforestales tradicionales y sus servicios ecosistémicos en el sureste de México” (Clave: 22856.25-P). También se agradece al Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Tabasco por el financiamiento al proyecto PRODECTI-2023-01/30 Evaluación del girasol mexicano (*Tithonia diversifolia*) como fuente sustentable de forraje para la alimentación animal en Tabasco.

Referencias

- Adekiya A.O., Ejue W.S., Olayanju A., Dunsin O., Aboyeji C.M., Aremu C., Akinpelu O. 2020. Different organic manure sources and NPK fertilizer on soil chemical properties, growth, yield and quality of okra. *Scientific Reports*, 10(1): 16083. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-73291-x>
- Agbede T.M. 2025. Influence of *Tithonia diversifolia* biochar on selected soil physicochemical properties, leaf nutrient concentrations and broccoli growth. *Sci Rep* 15: 8084. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-91844-w>
- Borrás-Enríquez A.J., González-Escobar J.L., Veana F., Nieto Aquino R. 2025. Evaluación de *Tithonia diversifolia* como potencial ingrediente en la alimentación animal. *Peruvian Agricultural Research* 6(2). <https://doi.org/10.51431/par.v6i2.966>
- Nziguheba G., Zingore S., Kihara J., Merckx R., Njoroge S., Otinga A., Vanlauwe B. 2016. Phosphorus in smallholder farming systems of sub-Saharan Africa: implications for agricultural intensification. *Nutrient cycling in agroecosystems* 104(3): 321-340. <https://doi.org/10.1007/s10705-015-9729-y>
- Uu-Espens C., Canul-Solís J.R., Chay-Canul A.J., Piñeiro-Vázquez Á.T., Villanueva-López G., Aryal D.R., Casanova-Lugo F. 2022. Seasonal variation in biomass yield and quality of *Tithonia diversifolia* at different cutting heights. *Ecosistemas y recursos agropecuarios* 9(3). <https://doi.org/10.19136/era.a9n3.3252>
- Sampaio B.L., Edrada-Ebel R., Da Costa F.B. 2016. Effect of the environment on the secondary metabolic profile of *Tithonia diversifolia*: a model for environmental metabolomics of plants. *Scientific reports* 6(1): 29265. <https://doi.org/10.1038/srep29265>
- Sparta A., Hamdani J.S., Yuwariah Y., Wulandari E. 2025. The role of *Tithonia diversifolia* in sustaining crop productivity in acid soils. *Bulgarian Journal of Agricultural Science* 31(1).
- Supong A., Bhomick P.C., Baruah M., Pongener C., Sinha U.B., Sinha D. 2019. Adsorptive removal of Bisphenol A by biomass activated carbon and insights into the adsorption mechanism through density functional theory calculations. *Sustainable Chemistry and Pharmacy* 13: 100159.
- Tropicos. 2026a. *Tithonia* Desf. ex Juss. Missouri Botanical Garden. Disponible en: <https://legacy.tropicos.org/Name/40014926?projectid=3> (Consultado: enero 2026).
- Tropicos. 2026b. *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray. Missouri Botanical Garden. Disponible en: <https://legacy.tropicos.org/Name/2701460?projectid=3> (consultado: enero 2026).

Wei R., Zhao Y., Wang J., Yang X., Li S., Wang Y., Ding X.

2021. Tagitinin C induces ferroptosis through PERK-Nrf2-HO-1 signaling pathway in colorectal cancer cells. *International journal of biological sciences* 17(11): 2703.

<https://doi.org/10.7150/ijbs.59404>

Más allá de los hijuelos: el potencial reproductivo del *Agave* híbrido 11648

Elia Ballesteros Rodríguez^{1*}, Alicia Carolina Craigie Fonz² y Lorenzo Felipe Sánchez Teyer¹

¹Unidad de Biotecnología, Centro de Investigación Científica de Yucatán. Calle 43 No. 130 x 32 y 34, Chuburná de Hidalgo, 97205, Mérida, Yucatán, México.

²Universidad Anáhuac Mayab, Carretera Mérida-Progreso km 15.5, 97308, Mérida, Yucatán, México

*ely_br_2002@yahoo.com.mx

Resumen

El *Agave* híbrido 11648 se cultiva en distintos países para la producción de fibra y se reproduce principalmente por hijuelos. Aunque este tipo de propagación permite mantener características productivas estables, limita la variación genética. En este trabajo se analizaron el tamaño, el peso y la capacidad de germinación de sus semillas mediante mediciones morfométricas. Tras tres años de almacenamiento, el 35 % de las semillas germinó durante un periodo de evaluación de 30 días. Los resultados sugieren que, además de la propagación vegetativa, las semillas podrían representar una alternativa para incrementar la variabilidad genética del cultivo.

Palabras clave: Fibra, germinación, morfometría, semillas.

El *Agave* es una planta monocárpica, es decir, florece una sola vez en su ciclo de vida y posteriormente muere. Antes de alcanzar la floración, estas plantas requieren varios años de crecimiento, durante los cuales acumulan los recursos necesarios para el desarrollo de su inflorescencia. Dependiendo de la especie, este proceso puede tardar entre 8 y 30 años, tras lo cual se forman flores, semillas y finalmente

ocurre la dispersión de la progenie (Trejo *et al.* 2023). En numerosos sistemas de cultivo, las especies de *Agave* se propagan principalmente de manera vegetativa mediante hijuelos de rizoma. Este tipo de reproducción permite mantener características productivas estables y facilita el establecimiento de plantaciones. Sin embargo, la propagación vegetativa tiende a reducir la variación genética dentro de los cultivos, lo que puede limitar su capacidad de adaptación a cambios ambientales o a la presencia de plagas y enfermedades (Trejo *et al.* 2023, Ballesteros-Rodríguez & Sánchez-Teyer 2025). En contraste, la reproducción sexual por semillas contribuye a incrementar la diversidad genética dentro de las poblaciones (Gutiérrez-Mora *et al.* 2010).

A pesar de su importancia para la diversidad genética y la regeneración de las poblaciones, la reproducción por semillas en el género *Agave* ha recibido menor atención en comparación con la propagación vegetativa. El estudio de características como el tamaño, peso y forma de las semillas permite evaluar aspectos relacionados con su viabilidad, potencial germinativo y mecanismos de dispersión. En este contexto, las técnicas morfométricas representan una herramienta útil para describir estructuras vegetales como

flores, frutos y semillas, así como para explorar su variabilidad y su posible relación con el éxito reproductivo.

El *Agave* híbrido 11648 (H11648) (resultado del cruce entre *Agave angustifolia* Haw. × *Agave amaniensis* Trel & Nowell y posterior retrocruza con *A. amaniensis*) destaca por su uso en la producción de fibra a nivel mundial. Esta planta presenta hojas largas y lanceoladas de color verde azulado que pueden alcanzar entre 120 y 150 cm de longitud (Fig. 1). Tiene un ciclo de vida de 8 a 13 años, periodo en el que puede producir entre 560 y 650 hojas que representan alrededor de seis toneladas por hectárea de fibra seca (Hidayati-Jamil *et al.* 2019). En condiciones de cultivo, este híbrido se propaga principalmente por hijuelos de rizoma, método que permite mantener su rendimiento productivo, aunque puede resultar en una baja variación genética entre las plantas cultivadas. En este contexto, el presente trabajo describe de manera exploratoria la morfometría y la viabilidad de las semillas del H11648, con el objetivo de aportar información inicial sobre su potencial reproductivo.



Figura 1. Morfología general del *Agave* híbrido 11648. Plantas del Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. (Fotografía: Elia Ballesteros Rodríguez).

¿Cómo se estudiaron las características de las semillas del H11648?

De una planta cultivada en el CICY que presentó floración, se recolectaron cápsulas y semillas en febrero

de 2022 con fines de investigación, las cuales se almacenaron en condiciones de laboratorio (25 °C) durante tres años antes de ser utilizadas en el presente estudio. Para medir los parámetros morfométricos, se tomaron 40 cápsulas y se registraron su longitud, anchura y número de semillas. Las semillas de color negro, potencialmente viables por contener embrión, se diferenciaron del tejido blanco interno que separa los compartimientos dentro de cada cápsula y que carece de embrión y endospermo; por ello, no se considera una unidad funcional. Se seleccionaron al azar 40 semillas sin daño físico para evaluar su longitud y anchura. El peso de mil semillas se estimó a partir del conteo y pesaje de 10 grupos de 100 semillas, siguiendo las recomendaciones de la Asociación Internacional de Análisis de Semillas (ISTA 2022). Este procedimiento estandarizado permite obtener un promedio confiable y facilita la comparación de resultados entre laboratorios, especies o experimentos. Para las pruebas de germinación, se colocaron 100 semillas previamente consideradas viables, distribuidas en 10 cajas Petri con 10 semillas cada una, y se evaluaron durante un período de 30 días. Asimismo, se realizó un análisis de pureza utilizando el material recolectado al cortar el escape floral (210 g). Este procedimiento consiste en separar y pesar las distintas fracciones presentes en la muestra con el fin de determinar la proporción de semillas íntegras, que son útiles para la germinación y la reproducción (ISTA 2022).

¿Qué muestran las cápsulas y semillas del H11648?

Las cápsulas del H11648 presentaron un tamaño promedio de 5 cm de longitud y 3 cm de anchura, valores similares a los reportados para otras especies de *Agave*, como *A. angustifolia* y *Agave maximiliana* Baker (Hernández-Castro *et al.* 2021, Delgado-Aceves *et al.* 2025). Cada cápsula contenía en promedio 65 unidades totales, correspondientes a semillas negras y tejido blanco, de las cuales aproximadamente el 40 % eran semillas negras (Fig. 2). Este número de semillas por cápsula es menor que el reportado para *A. maximiliana*, en el que se ha observado un promedio

de 405 semillas por cápsula con un 67.7 % de semillas negras (Delgado-Aceves *et al.* 2025).

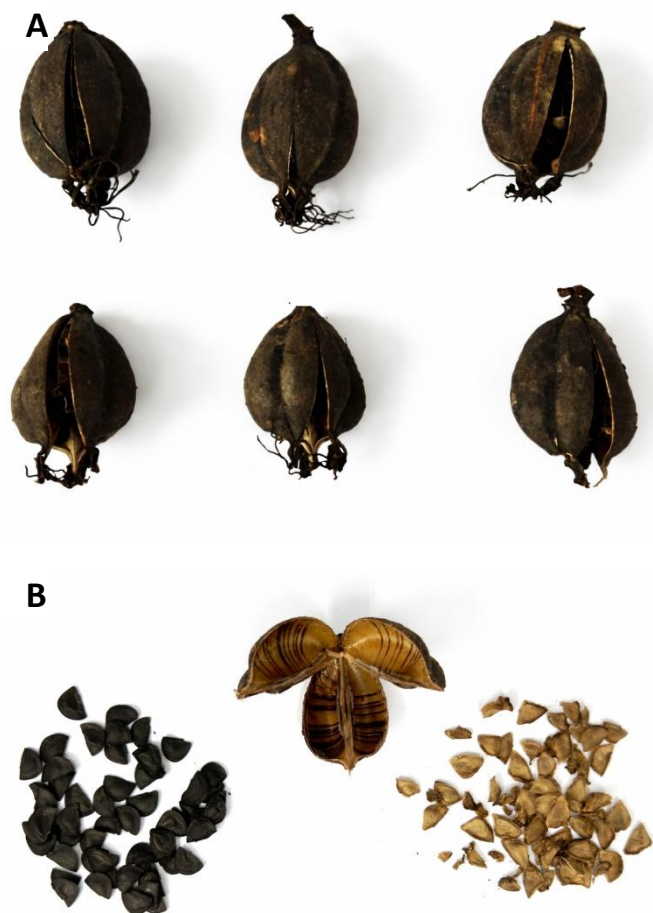


Figura 2. Cápsulas y semillas del *Agave* híbrido 11648. **A.** Cápsulas maduras. **B.** Cápsula abierta con semillas viables (negras) y tejido blanco no viable (Fotografías: Elia Ballesteros Rodríguez).

Las semillas del H11648 presentaron un tamaño promedio de 11 mm de longitud y 9 mm de anchura, con un peso de 14.8 g por cada mil semillas. Estas dimensiones son mayores que las reportadas para otras especies de *Agave*, como *Agave marmorata* Roezl (5 mm × 5 mm), *Agave tequilana* Weber (9 mm × 7 mm) y *A. angustifolia* (8 mm × 7 mm) (Martínez-Rodríguez *et al.* 2019). Un mayor tamaño de semilla suele asociarse con una mayor cantidad de reservas, lo que puede favorecer el establecimiento y desarrollo inicial de las plántulas.

El análisis de pureza realizado a partir de la semilla recolectada (210 g) mostró que el 43 % correspondió a semillas negras, mientras que el 57 % consistió en tejido blanco interno de las cápsulas. En las pruebas

de germinación, el porcentaje acumulado al final de los 30 días de evaluación fue de 35 %. Este valor es menor que el reportado para otras especies de *Agave*, como *A. angustifolia* y *Agave karwinskii* Zucc., en las que se han registrado porcentajes de germinación entre 70 % y 84 % (Cebrián-Barba *et al.* 2025). Esta diferencia podría estar relacionada con el tiempo de almacenamiento de las semillas, ya que en el presente estudio el material permaneció almacenado durante tres años antes de su evaluación. No obstante, algunos trabajos sugieren que la viabilidad de las semillas puede mantenerse durante varios años cuando se conservan bajo condiciones controladas de temperatura y humedad (Jiménez-Torres *et al.* 2022). Dado que no existen estudios previos sobre la viabilidad y morfometría de semillas en el H11648, los resultados se comparan con los reportados para otras especies del género *Agave*.

Conclusiones

Al tratarse de un análisis realizado a partir de una sola planta y bajo una única condición de temperatura, el estudio tiene carácter exploratorio. El H11648 produce semillas con capacidad germinativa, aunque esta puede disminuir cuando se almacenan por periodos prolongados. Los resultados contribuyen a comprender el potencial reproductivo del híbrido y aportan información inicial sobre las características físicas y el comportamiento germinativo de sus semillas, lo que sugiere que la propagación por semillas podría integrarse como estrategia complementaria a la reproducción por hijuelos. Se recomienda que investigaciones futuras determinen si las semillas de este híbrido presentan comportamiento ortodoxo (es decir, si pueden almacenarse durante largos periodos sin perder viabilidad), lo que permitiría establecer protocolos adecuados para su conservación a largo plazo.

Referencias

- Ballesteros-Rodríguez E., Sánchez-Teyer L.F. 2025. Variabilidad genética en plantas madre y vástagos de rizoma de *Agave* híbrido 11648. *Revista Bio Ciencias* 12: e1795.
<https://doi.org/10.15741/revbio.12.e1795>

- Cebrián-Barba V., Pérez-Molphe Balch E., Chávez-Ortiz L.I. 2025. Comparación de la germinación de semillas y el desarrollo inicial de plántulas de *Agave angustifolia* Haw. y *Agave karwinskii* Zucc. en condiciones in vitro y en invernadero. *Polibotánica* 59: 199–212.
<https://doi.org/10.18387/polibotanica.59.12>
- Delgado-Aceves L., Corona S., Castañeda-Nava J.J., Rodríguez-Domínguez J.M., Gutiérrez-Mora A. 2025. Indirect somatic embryogenesis of *Agave maximiliana* Baker. *Frontiers in Plant Science* 16: 1648362.
<https://doi.org/10.3389/fpls.2025.1648362>
- Gutiérrez-Mora A., Arana-Gutiérrez J.P., Tapia-Campos E., Rodríguez-Garay B. 2010. Molecular analysis of sexual and asexual genetic variation of two sympatric *Agave angustifolia* varieties. *Journal of the Professional Association for Cactus Development* 12: 155–165.
<https://doi.org/10.56890/jpacd.v12i.105>
- Hernández-Castro E., López-Sandoval Y.Y., Escobar-Álvarez J.L., Ramírez-Reynoso O., Maldonado-Peralta M.A., Valenzuela-Lagarda J.L. 2021. Análisis morfométrico de semilla y desarrollo de plántulas de maguey sacatoro (*Agave angustifolia* Haw.). *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* 8(3): e2964. <https://doi.org/10.19136/era.a8n3.2964>
- Hidayati-Jamil N.A., Ahmad A., Bujang J.S. 2019. Fiber yield and characteristics of *Agave* hybrids cultivated for industrial use. *Industrial Crops and Products* 140: 111642.
<https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.111642>
- ISTA (International Seed Testing Association). 2022. Reglas internacionales para el análisis de semillas 2022. Bassersdorf, Switzerland: ISTA.
- Jiménez-Torres J.A., Monroy-González Z., Juárez-Muñoz J. 2022. Evaluation of seed morphology, seedling genetic variation, and components for seed storage of *Agave* landraces of commercial interest. *Protocols.io*.
<https://doi.org/10.17504/protocols.io.6qpvr6j12vmk/v1>
- Martínez-Rodríguez A., Macedo-Raygoza G., Huerta-Robles A.X., Reyes-Sepulveda I., Lozano-López J., García-Ochoa E.Y., Fierro-Kong L., Medeiros M.H.G., Di Mascio P., White J.F. Jr., Beltrán-García M.J. 2019. *Agave* Seed Endophytes: Ecology and Impacts on Root Architecture, Nutrient Acquisition, and Cold Stress Tolerance. En: Verma S.K. y White J.F. Jr. Eds. *Seed Endophytes: Biology and Biotechnology*, pp. 139-170. Springer International Publishing, Cham.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-10504-4_8
- Trejo L., Soriano D., Romano-Grande E., Sánchez-Carmona B., Dávila-Navarro D.E. 2023. Diversity of reproductive characters, seed set, and viability of *Agave* seeds used for pulque production and their wild relatives in Tlaxcala, Mexico. *Genetic Resources and Crop Evolution* 71: 2877–2903.
<https://doi.org/10.1007/s10722-023-01803-5>

Sin hojas, sin raíces... y sin fronteras: la colonización pantropical de *Cassytha filiformis*

Luz Perez-Garcia^{1*}, Eduardo Ruiz-Sanchez² y Jessica Pérez-Alquicira^{2,3}

¹Posdoctorado SECIHTI-Departamento de Botánica y Zoología, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara. Camino Ing. Ramón Padilla Sánchez 2100, 45200, Zapopan, Jalisco, México.

²Departamento de Botánica y Zoología, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara. Camino Ing. Ramón Padilla Sánchez 2100, 45200, Zapopan, Jalisco, México.

³SECIHTI, Av. Insurgentes Sur 1582, 03940, Ciudad de México, México.

*mdelaluz.perezg@gmail.com

Resumen

Cassytha filiformis es una enredadera parásita de la familia Lauraceae, distribuida en regiones tropicales y subtropicales del mundo, principalmente en ambientes abiertos cercanos a las costas. Es una planta que parasita a numerosas especies de distintas familias botánicas, desde hierbas hasta árboles. Es considerada una plaga que afecta severamente cultivos de importancia económica y su expansión en México en los últimos años ha causado preocupación. No obstante, en China ha sido utilizada desde tiempos ancestrales en la medicina tradicional para tratar diversas afecciones. Su potencial farmacológico ha despertado interés científico para el desarrollo de aplicaciones en la medicina moderna.

Palabras clave: Duna costera, enredadera, medicina tradicional, planta parásita, Península de Yucatán.

Una planta sin hojas ni raíces

La familia Lauraceae incluye cerca de 3,400 especies, entre ellas plantas de gran importancia económica y comercial como el aguacate, la canela y el laurel. A esta familia pertenece el género *Cassytha* L., el cual se distribuye principalmente en Australia y es el único dentro de Lauraceae que presenta especies con hábito de enredadera. De las aproximadamente 20 especies reconocidas de *Cassytha* destaca *Cassytha filiformis* L. notable por su amplia distribución a nivel mundial en los trópicos y subtrópicos del mundo. Es conocida comúnmente como fideo de monte, cuscuta del laurel y enredadera del amor.

C. filiformis es una enredadera que se beneficia de otras plantas para sobrevivir, parasitando desde hierbas hasta árboles (Fig. 1).



Figura 1. Hábito de crecimiento de *Cassytha filiformis* parasitando diversas especies de plantas. (Fotografía: Luz Perez-García).

Las plantas parásitas se clasifican en holoparásitas, las cuales dependen del huésped para sobrevivir y no realizan fotosíntesis y hemiparásitas, que conservan cierta capacidad fotosintética y pueden sobrevivir un tiempo limitado (hasta dos semanas) sin un hospedero. *C. filiformis* es una planta hemiparásita, germina en el suelo, desarrolla raíces temporales y sobrevive realizando fotosíntesis hasta encontrar una planta huésped. Una vez establecida la parasitación *C. filiformis* se desprende totalmente del suelo, deja de generar raíces y disminuye su capacidad fotosintética. La parasitación se da a través de un órgano llamado haustorio (Fig. 2), que se desarrolla en los tallos jóvenes y el cual utiliza para penetrar los tejidos del tallo del hospedero y absorber recursos importantes como agua y nutrientes esenciales como potasio, nitrógeno y fósforo (Teixeira-Costa & Davis 2021).

Morfológicamente, *C. filiformis* se distingue por sus tallos filiformes semejantes a hilos, de color verde, amarillo o naranja, hojas reducidas a diminutas escamas prontamente caedizas e inflorescencias dispuestas en espigas o racimos con flores blancas pequeñas. Sus frutos son globosos y blanquecinos cuando maduran, de hasta 1 cm de diámetro que contienen una sola semilla (Fig. 3). Debido a la similitud de sus tallos filiformes suele confundirse a menudo con especies del género *Cuscuta* L. (Convolvaceae) de ahí su nombre común “cuscuto del laurel”. Sin embargo, las diferencias más notables se

observan en las inflorescencias y los frutos. En *Cassytha*, las inflorescencias se presentan en racimos o panículas cortas, mientras que en *Cuscuta* forman cimas compactas. Asimismo, el fruto en *Cassytha* es una drupa con una sola semilla, en contraste con *Cuscuta*, que produce una cápsula con una a cuatro semillas. Estas características permiten distinguir claramente ambos géneros.



Figura 2. Haustorios desarrollados alrededor del tallo del hospedero, se muestra el sitio de conexión parasitaria. (Fotografía: Eduardo Ruiz-Sanchez).

¿En dónde se distribuye y cómo logra llegar tan lejos?

C. filiformis es especialmente exitosa en ambientes abiertos y se distribuye principalmente en la vegetación asociada a dunas costeras. No obstante, su presencia no se limita a estos ambientes, también ha colonizado zonas montañosas cercanas a la costa alcanzando elevaciones de hasta 1,200 metros. Esta notable capacidad de adaptación y colonización de nuevos ambientes ha despertado el interés de investigadores. En México esta especie se distribuye principalmente en la Península de Yucatán en los estados de Campeche, Quintana Roo y Yucatán, así como a lo largo de la costa del Golfo de México en Tabasco y Veracruz. Sin embargo, se han registrado poblaciones lejos del litoral, en regiones montañosas al interior de Chiapas y Jalisco. Estos hallazgos plantean nuevas interrogantes sobre cómo logra dispersarse a grandes distancias desde la costa y adaptarse a ambientes de mayor altitud.



Figura 3. Tallos, flores y frutos de *Cassytha filiformis*. (Fotografía: Luz Perez-García).

Una de las claves de su éxito radica en su capacidad para florecer y fructificar durante gran parte del año, gracias al suministro constante de nutrientes que obtiene de sus plantas huésped. Aun así, los mecanismos exactos de dispersión no se conocen por completo. Se ha propuesto que sus frutos pueden ser transportados por corrientes marinas y tolerar la salinidad, lo que explicaría su colonización pantropical. A escalas más locales, aves y pequeños mamíferos podrían actuar como dispersores. En contraste, los polinizadores de *C. filiformis* siguen siendo, en gran medida, un misterio.

Impacto ecológico en sus hospederos

La parasitación de *C. filiformis* puede provocar una disminución significativa de la capacidad fotosintética de sus plantas hospederas, así como una reducción en la floración y fructificación. En infestaciones severas, incluso puede causar la muerte del organismo parasitado (Anchevida *et al.* 2024). Debido a estos efectos, se le considera una maleza con impactos ecológicos y económicos importantes en muchas de las regiones donde se distribuye. En diversos países representa un serio problema para la agricultura y la silvicultura. En Hawái, por ejemplo, ha ocasionado pérdidas considerables en cultivos

de piña y limón; en Tanzania afecta principalmente a plantaciones de naranja y anacardo (“Nuez de la india”), y en China ha causado daños severos en cultivos forestales de la planta de té (Zhang *et al.* 2022).

En México, *C. filiformis* ha expandido su distribución en los últimos 40 años en la Península de Yucatán, especialmente en los estados de Quintana Roo y Yucatán, donde parasita especies nativas de duna costera de gran importancia ecológica (Parra-Tabla *et al.* 2024). Sin embargo, su papel no es exclusivamente negativo. Estudios experimentales sugieren que podría tener un uso potencial como agente de control biológico, ya que es capaz de reducir el crecimiento y la biomasa de plantas exóticas invasoras (Thang *et al.* 2021). En un estudio realizado en Borneo, se evaluó su capacidad de infestación sobre 16 especies de árboles y arbustos costeros, incluyendo dos especies introducidas, se observó que *C. filiformis* presentó mayor vigor y desempeño parasítico sobre *Acacia mangium* Willd, una especie exótica de rápida propagación (Rosli *et al.* 2024). Esta evidencia sugiere que, bajo ciertos contextos ecológicos *C. filiformis* podría considerarse como un posible agente de control biológico o bioherbicida. No obstante, su implementación requeriría un manejo cuidadoso, ya que su impacto depende de la identidad del hospedero, la estructura de la comunidad vegetal y las condiciones ambientales locales. Esta dualidad abre la posibilidad de utilizarla, con cautela en el manejo y control de malezas, resaltando que su impacto depende del contexto ecológico en el que se encuentre.

De planta parásita a recurso medicinal

Lejos de ser únicamente perjudicial, *C. filiformis* también ha sido aprovechada por diversas culturas. En China, Indonesia y otros países del sudeste asiático se utiliza para la elaboración de cuerdas para guitarras, en la industria cosmética e incluso se le atribuyen propiedades afrodisíacas. Desde tiempos ancestrales, su empleo en la medicina tradicional china ha sido documentado por sus efectos antipa-

rasitarios, analgésicos, antiinflamatorios y antitumorales. En años recientes, esta especie ha despertado un creciente interés científico, debido a la presencia de compuestos bioactivos con potencial terapéutico. Entre ellos destaca la filiforidina, un compuesto que ha sido aislado y sintetizado, y que ha mostrado resultados prometedores en ensayos con células hepáticas humanas para el tratamiento de la diabetes tipo II (Zhang *et al.* 2025). A pesar de ello, *C. filiformis* sigue siendo una planta poco colectada y escasamente estudiada en México. Existen lagunas importantes en el conocimiento sobre su impacto ecológico y en particular, sobre los posibles beneficios ecológicos (Rosli *et al.* 2024) y medicinales que podría aportar. Profundizar en el estudio desde su biogeografía y evolución hasta la influencia del cambio climático global en su distribución, permitirá no solo comprender mejor su éxito pantropical, sino también sentar bases para su manejo, aprovechamiento responsable y conservación.

Referencias

- Anchevida S.E., Ramos-Zapata J., Garruña-Hernández R., Parra-Tabla V. 2024. Host preference and physiological performance of the invasive hemiparasite of coastal communities *Cassytha filiformis* L. (Lauraceae). *Botanical Sciences* 102(4): 1148-1164.
<https://doi.org/10.17129/botsci.3529>
- Parra-Tabla V., Tun-Garrido J., García-Franco J., Martínez M.L. 2024. The recent expansion of the invasive hemiparasitic plant *Cassytha filiformis* and the reciprocal effect with its main hosts. *Biological Invasions* 26(2): 535-547.
<https://doi.org/10.1007/s10530-023-03192-3>
- Rosli R., Tennakoon K.U., Yaakub M.Y.S., Ariffin N.A.H.Z., Metali F. 2024. Host selectivity and distribution of *Cassytha filiformis* in the coastal bornean heath forests. *Tropical Life Sciences Research* 35(2): 1.
<https://doi.org/10.21315/tlsr2024.35.2.1>
- Teixeira-Costa L., Davis C.C. 2021. Life history, diversity, and distribution in parasitic flowering plants. *Plant Physiology* 187(1): 32-51.
<https://doi.org/10.1093/plphys/kiab279>
- Thang P.T., Vien N.V., Khanh T.D. 2021. Allelopathic potential of an invasive plant (*Cassytha filiformis* L.) under different assessing conditions. *Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology* 22(17-18): 82-94.
<https://ikprress.org/index.php/PCBMB/article/view/6075>
- Zhang C., Zhu H., Zhang F., Jiang Y., Huang Z., Lin D., Chen N., Zhang X., Fu Y. 2025. Isolation, Total Synthesis and Anti-Diabetic Activity of Filiforidine from *Cassytha filiformis*. *Molecules* 30(24): 4763.
<https://doi.org/10.3390/molecules30244763>
- Zhang H., Florentine S., Tennakoon K.U. 2022. The angiosperm stem hemiparasitic genus *Cassytha* (Lauraceae) and its host interactions: A review. *Frontiers in Plant Science* 13: 864110.
<https://doi.org/10.3389/fpls.2022.864110>

Amaranto: un aliado natural contra la diabetes

Meztli Alethia Castillo Becerra¹, Luis W. Torres Tapia¹, Ivonne Sánchez del Pino² y Sergio R. Peraza Sánchez^{1*}

¹Laboratorio de Química de Productos Naturales, Unidad de Biotecnología. ²Unidad de Recursos Naturales. Centro de Investigación Científica de Yucatán. Calle 43 No. 130 × 32 y 34, Col. Chuburná de Hidalgo, 97205, Mérida, Yucatán, México.

*speraza@cicy.mx

Resumen

La diabetes mellitus es una enfermedad que afecta a uno de cada 10 adultos en el mundo, la cual se puede prevenir con cambios en la alimentación, el uso de medicamentos y el monitoreo médico de los niveles de glucosa en sangre. En la búsqueda de alternativas más saludables, plantas comestibles como el amaranto emergen como poderosos aliados. Este pseudocereal es reconocido por su riqueza en nutrientes y fuente de compuestos químicos bioactivos que le confieren potencial aplicación en la alimentación funcional para el control de la glucosa en sangre. Este artículo tiene el objetivo de revelar el potencial antidiabético de especies del género *Amaranthus* e incentivar su inclusión en nuestra dieta.

Palabras clave: Alimento funcional, *Amaranthus*, enzimas.

La diabetes mellitus es la segunda causa de muerte y la primera en causar discapacidad en México, en donde se estima que hay una prevalencia de 14.6 millones de personas con dicha enfermedad, tanto diagnosticada como no diagnosticada (Basto-Abreu *et al.* 2023). La principal característica de la diabetes es la hiperglucemia, que es un estado en el cual la cantidad de glucosa en la sangre se encuentra a un

nivel mayor del acostumbrado, debido a una incorrecta regulación después de consumir alimentos (Tabla 1). Esto se debe a una falla en la función o secreción de la insulina (hormona que permite la absorción de la glucosa en la sangre) (Egan & Dinneen 2019).

Cada vez es más común que las personas con hiperglucemia opten por tomar medicamentos para generar más insulina, pero... ¿si en lugar de tomar una tableta o inyectarte insulina para regular la glucosa en tu sangre pudieras comer un alimento que te ayude a prevenir la enfermedad? En el presente documento hacemos una revisión de la manera en la cual desde la ciencia se está explorando cómo las plantas comestibles pueden usarse como alimentos funcionales. En particular, se busca orientar al lector sobre cómo algunas moléculas contenidas en el amaranto son capaces de modular nuestra digestión de carbohidratos y, en consecuencia, cómo es que nos ayudan a controlar la cantidad de glucosa en nuestra sangre. Los alimentos funcionales se caracterizan por proporcionar beneficios a la salud del consumidor, tanto en la prevención como en el tratamiento de enfermedades. Esto se debe a sus altas concentraciones de nutrientes y fitoquímicos bioactivos, compuestos que dan a las plantas color, sabor y aroma y que, al ser consumidos, también contri-

buyen al bienestar y a la salud humana (Granato *et al.* 2020).

Tabla 1. Nivel de glucosa en sangre (Yapanis *et al.* 2022).

	Normal (mg/dL)	Prediabetes (mg/dL)	Diabetes (mg/dL)
En ayunas	Menor a 100	100 a 125	Mayor a 126
Dos horas después de comer	Menor a 140	140 a 199	Mayor a 200
Antes de una comida	-	-	Deseable 80 a 130

Los alimentos funcionales se investigan con mayor frecuencia en relación con la diabetes mellitus tipo 2 porque en esta enfermedad el problema principal radica en la resistencia a la insulina y en alteraciones del metabolismo de la glucosa, procesos que pueden modificarse parcialmente mediante la dieta. Diversos fitocompuestos bioactivos presentes en los alimentos tienen la capacidad de reducir la absorción de glucosa en el intestino, mejorar la sensibilidad a la insulina y disminuir procesos asociados con la inflamación y el estrés oxidativo. Además, algunos de estos compuestos pueden inhibir enzimas digestivas como α -glucosidasa y α -amilasa, lo que retrasa la digestión de los carbohidratos y la liberación de glucosa en la sangre. Por esta razón, alimentos ricos en metabolitos bioactivos, como los derivados de plantas pertenecientes al género *Amaranthus* L., se estudian como estrategias dietéticas complementarias con potencial para contribuir al control de la glucemia.

La industria farmacéutica ha creado moléculas como la metformina o las sulfonilureas para controlar la hiperglucemia (Tabla 2), mientras que la naturaleza nos ofrece soluciones más sutiles. Un fitoquímico bioactivo es un compuesto químico proveniente de plantas que tiene un efecto beneficioso para la salud. Estos compuestos están siendo cada vez más valorados, ya que se les han encontrado propiedades farmacéuticas, como la actividad anti-diabética, lo cual explica por qué las plantas están

siendo usadas tradicionalmente en el manejo de la diabetes mellitus.

El amaranto, por ejemplo, contiene una mezcla de polifenoles y péptidos que actúan como frenos digestivos naturales. Estos compuestos pueden funcionar de manera similar al fármaco acarbosa, al retrasar la digestión de los carbohidratos y hacer más lenta la absorción de la glucosa. La diferencia es que el amaranto puede incorporarse fácilmente como ingrediente habitual en nuestros platillos, lo que permite aprovechar sus beneficios sin los efectos secundarios asociados a ese medicamento. Si bien no sustituye a los tratamientos farmacológicos, sí representa una estrategia dietética complementaria y preventiva que nos acerca a la idea de que la comida puede ser nuestra primera medicina.

El género *Amaranthus*, perteneciente a la familia Amaranthaceae, agrupa plantas de ciclo anual, con hojas alternas y una inflorescencia densa y comúnmente considerada inmarcitable. En México, centro de origen y diversificación, se tiene un registro de 30 especies de amaranto, con alrededor de 10 presentes en la Península de Yucatán. No todas las especies son igualmente relevantes, las de mayor importancia alimenticia son *A. cruentus* L. (Fig. 1), *A. hypochondriacus* L. y *A. caudatus* L., la segunda de ellas cultivada en el centro de México principalmente para la elaboración de “alegrías”. Sin embargo, en el estado de Yucatán el cultivo de amaranto es limitado y no es típico a escala comercial; en cambio, especies como *A. dubius* Mart. ex Thell. o *A. hybridus* L. son consumidos como quelites o verduras de hojas cultivadas en huertos familiares. Aunque la mayoría de las especies de amaranto son comestibles, los requerimientos ecológicos varían; las especies de grano prefieren climas templados y suelos bien drenados, mientras que las de hoja prosperan en climas cálidos y húmedos, especialmente durante la temporada de lluvias. Las semillas pueden obtenerse a través de proveedores especializados o programas de rescate de semillas nativas.

Tabla 1. Medicamentos antihiper glucemiantes (D’Souza et al. 2021).

Medicamentos	Compuesto activo	Mecanismo de acción	Efectos secundarios
Inhibidores de α -glucosidasa	Acarbosa	Retrasan la absorción de glucosa del almidón y la sacarosa, lo que equilibra el aumento de glucosa posprandial	Flatulencias, hinchazón, diarrea, malestares estomacales
Tiazolidinedionas	2,4-Tiazolidinediona	Mejora la sensibilidad de la insulina por el músculo y grasa	Aumento de peso, retención de líquidos, riesgo de fracturas
Biguanidas	Dimetilbiguanida	Disminuye la producción de glucosa por el hígado	Malestar estomacal, diarrea, náuseas, acidosis láctica
Sulfonilureas	Gilbenclamida	Estimula al páncreas para que libere más insulina	Hipoglucemia (bajones de glucosa), aumento de peso

El consumo del amaranto en México no es algo nuevo, desde el tiempo de los aztecas era utilizado como alimento y ofrenda, y se conocía como *huautli*. Esta planta se caracteriza morfológicamente por la posición de sus inflorescencias y sus colores llamativos como el verde y purpúreo. Ha sido considerada como un alimento funcional gracias a su alto valor nutricional, en especial gracias a su contenido de vitaminas, aminoácidos, proteínas y compuestos fenólicos, que son aprovechados al consumirla como alimento (Fig. 2) (Ruth *et al.* 2021, Singh *et al.* 2024). Existen diversas formas para consumir amaranto: a nivel nacional es común estallar los granos para la elaboración de “alegrías” o preparación de harinas; específicamente, en Yucatán también se consumen las hojas tiernas de bleo (amaranto silvestre comestible) en sopas, guisos o relleno de tamales, como un reflejo de su valor cultural y nutricional.

Los metabolitos bioactivos presentes en el amaranto, planta cultivada desde tiempos prehispánicos, prometen regular moderadamente el nivel de azúcar en sangre, así como actuar sobre distintos sitios específicos, conocidos como blancos moleculares, modificando procesos asociados con el desarrollo de la diabetes. La actividad antidiabética del amaranto ha sido evaluada en modelos preclínicos a partir de los extractos etanólicos, metanólicos y acuosos de diversas especies. Se ha identificado que

el potencial antidiabético en la modulación del metabolismo de la glucosa puede ser a través de distin-



Figura 1. Plantas de *Amaranthus cruentus* L. en el vivero experimental del CICY. (Fotografía: Meztli Alethia Castillo Becerra).

tos mecanismos, como la inhibición enzimática (Araujo-León *et al.* 2024, Mondal *et al.* 2015), la mejora del almacenamiento de glucógeno (Kumar *et al.* 2012) y el aumento de la captación de glucosa (Girija *et al.* 2011). Por ejemplo, de la fracción clorofórmica de *A. spinosus* L., que inhibió la enzima α -glu-

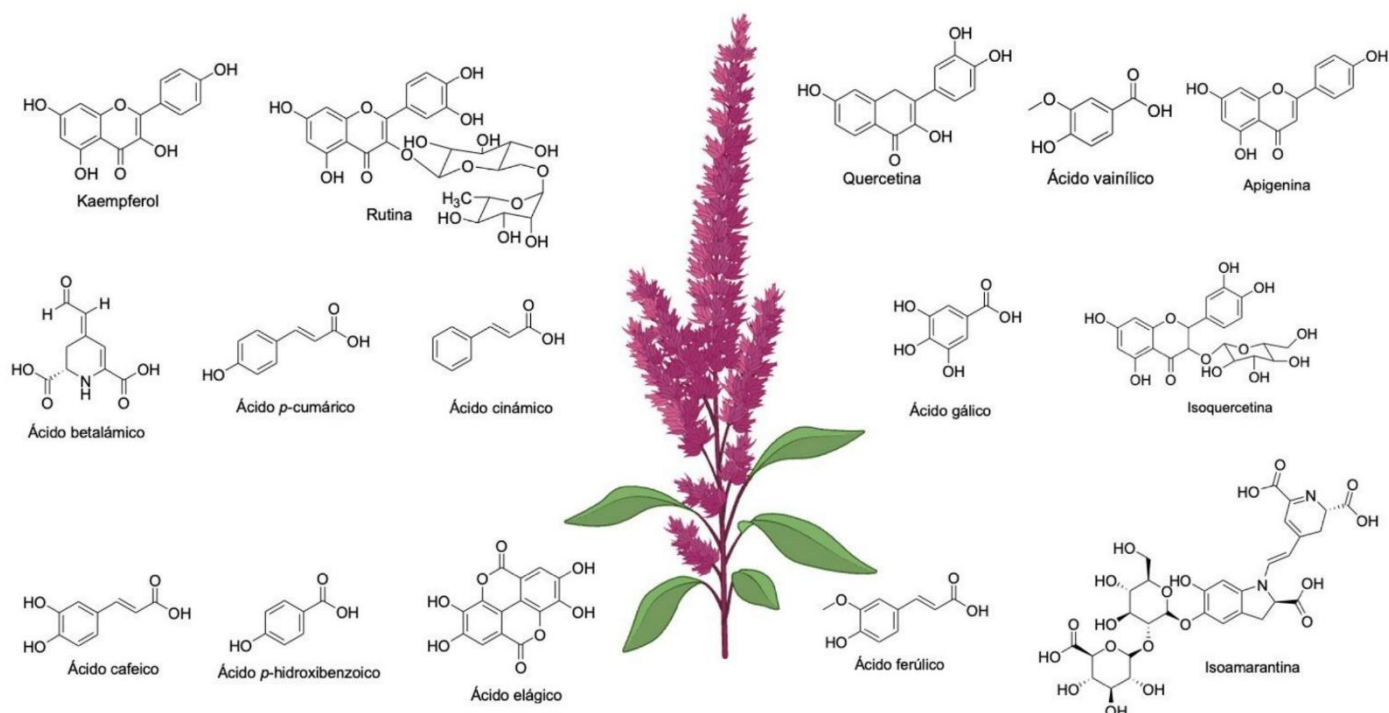


Figura 2. Fitoquímicos identificados en plantas del género *Amaranthus*. (Ilustración: Meztli Alethia Castillo Becerra)

cosidasa, se identificó un ácido graso como el responsable de la actividad biológica (Mondal *et al.* 2015). Girija *et al.* (2011) reportaron la actividad antidiabética de tres especies de amaranto: *A. caudatus*, *A. spinosus* y *Amaranthus viridis* L., revelando bases científicas de su uso tradicional y destacando que el efecto antidiabético es dependiente de la dosis. La especie *A. viridis* también ha sido evaluada por su efecto antioxidante y antihiper glucémico, además de antidiabético, por Kumar *et al.* (2012), en cuyo estudio se demostró una reducción de la glucosa en sangre e inhibición de la α -amilasa a partir del extracto metanólico.

Conclusiones

Yucatán, al igual que la Ciudad de México, es uno de los estados de la República Mexicana con mayor riesgo de mortalidad asociada a diabetes tipo 2, ya que del 12 al 14% de la población adulta la padece (Davila & Baptista 2024). Los laboratorios dedicados a la investigación científica en el estado de Yucatán están buscando tratamientos basados en plantas, como el amaranto, cuyos compuestos puedan redu-

cir la absorción de la glucosa. Este es el caso del estudio realizado por Araujo-León *et al.* (2024), en el cual destacaron el beneficio de las hojas e inflorescencias de la especie *A. cruentus* para el manejo de la diabetes, a través de la inhibición de enzimas involucradas en la hidrólisis de carbohidratos complejos como la α -amilasa y α -glucosidasa observada al evaluar los extractos hidroalcohólicos. Además, en la investigación realizada con ratones, se comprobó que *A. cruentus* brinda un efecto moderado en la homeostasis glucémica en comparación con otros fármacos.

Hoy, la ciencia ha revelado que el verdadero tesoro de la planta de amaranto, en uno de los tantos y poco explorados temas de salud, es debido a los péptidos y polifenoles que son capaces de engañar a las enzimas digestivas, así como modular otros mecanismos para el tratamiento de la diabetes. Sin embargo, es necesario realizar un estudio biodirigido, en el cual se evalúen los extractos y fracciones en diferentes ensayos que permita atribuir la actividad farmacológica detectada en un metabolito específico para la caracterización completa del ama-

ranto como alimento funcional, el desarrollo de terapias y el control de calidad de productos con amaranto. Además de la necesidad de aumentar el conocimiento científico, es primordial el reconocimiento del amaranto como un alimento funcional, propiciar su cultivo en casa y su incorporación como ingrediente en nuestras comidas, porque un alimento funcional es como una oferta 2 × 1: al mismo tiempo nos nutre y contribuye a nuestra salud en el tratamiento y prevención de enfermedades.

La próxima vez que veas un amaranto, recuerda que, detrás de sus colores y sabores, esconde la clave para el control glucémico.

Agradecimientos

A la SECIHTI por el proyecto Ciencia de Frontera 2019 #15319: Estudio interdisciplinario en las poblaciones nativas mexicanas de amaranto para determinar su centro de domesticación y valorar los rasgos agrícolas que permitan la mejora de cultivos.

Referencias

- Araujo-León J.A., Sánchez-del Pino I., Ortiz-Andrade R., Hidalgo-Figueroa S., Carrera-Lanestosa A., Brito-Argáez L.G., González-Sánchez A., Giacomán-Vallajos G., Hernández-Abreu O., Peraza-Sánchez S.R., Xingú-López A., Aguilar-Hernández V. 2024. HPLC-based metabolomic analysis and characterization of *Amaranthus cruentus* leaf and inflorescence extracts for their antidiabetic and antihypertensive potential. *Molecules* 29(9): 2003. <https://doi.org/10.3390/molecules29092003>
- Basto-Abreu A., López-Olmedo N., Rojas-Martínez R., Aguilar-Salinas C.A., Moreno-Banda G.L., Carnalla M., Rivera J.A., Romero-Martínez M., Barquera S., Barrientos-Gutiérrez T. 2023. Prevalencia de prediabetes y diabetes en México: Ensanut 2022. *Salud Pública de México* 65(Supl. 1): S163-S168. <https://doi.org/10.21149/14832>
- Dávila-Cervantes C.A., Baptista E.A. 2024. Mortality from type 2 diabetes mellitus across municipalities in Mexico. *Archives of Public Health* 82: 196. <https://doi.org/10.1186/s13690-024-01432-z>
- D'Souza M.S., Brady R.E., Ray S.D. 2021. Side effects of insulin and other antihyperglycemic drugs. *Side Effects of Drugs Annual* 43(37): 451-461. <https://doi.org/10.1016/bs.seda.2021.08.007>
- Egan A.M., Dinneen S.F. 2019. What is diabetes? *Medicine* 47(1): 1-4. <https://doi.org/10.1016/j.mpmed.2018.10.002>
- Girija K., Lakshman K., Udaya C., Sachi G.S., Divya T. 2011. Anti-diabetic and anti-cholesterolemic activity of methanol extracts of three species of *Amaranthus*. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine* 1(2): 133-138. [https://doi.org/10.1016/S2221-1691\(11\)60011-7](https://doi.org/10.1016/S2221-1691(11)60011-7)
- Granato D., Barba F.J., Bursać Kovačević D., Lorenzo J.M., Cruz A.G., Putnik P. 2020. Functional foods: product development, technological trends, efficacy testing, and safety. *Annual Review of Food Science and Technology* 11(1): 93-118. <https://doi.org/10.1146/annurev-food-032519-051708>
- Kumar B.A., Lakshman K., Jayaveea K.N., Shekar D.S., Khan S., Thippeswamy B.S., Veerapur V.P. 2012. Antidiabetic, antihyperlipidemic and antioxidant activities of methanolic extract of *Amaranthus viridis* Linn in alloxan induced diabetic rats. *Experimental and Toxicologic Pathology* 64(1-2): 75-79. <https://doi.org/10.1016/j.etp.2010.06.009>
- Mondal A., Guria T., Maity T.K. 2015. A new ester of fatty acid from a methanol extract of the whole plant of *Amaranthus spinosus* and its α -glucosidase inhibitory activity. *Pharmaceutical Biology* 53(4): 600-604. <https://doi.org/10.3109/13880209.2014.935863>
- Ruth O.N., Unathi K., Nomali N., Chinsamy M. 2021. Underutilization versus nutritional-nutraceutical potential of the *Amaranthus* food plant: a mini-review. *Applied Sciences* 11: 6879. <https://doi.org/10.3390/app11156879>
- Singh M.P., Goel B., Kumar R., Rathor S. 2024. Phytochemical and pharmacological aspects of genus *Amaranthus*. *Fitoterapia* 176: 106036. <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2024.106036>

Yapanis M., James S., Craig M.E., O'Neal D., Ekinci E.
2022. Complications of diabetes and metrics of
glycemic management derived from continuous
glucose monitoring. *The Journal of Clinical Endo-
crinology & Metabolism* 107(6): 2221-2236.
<https://doi.org/10.1210/clinem/dgac034>

Nanotecnología en la agricultura: pequeñas maravillas, grandes beneficios

Mauricio Torres Hernández, Litzy Nathalia Lázaro Santos, Yuri Gabriela Santiz Lopez, Orlando Emanuel Osorio Pinelo, Adriana Chacón López, Yereni Minero Garcia, Ileana Echevarria Machado y Oscar Alberto Moreno Valenzuela*

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

*oamv@cicy.mx

Resumen

La nanotecnología diseña y modifica la materia a una escala diminuta para crear materiales con propiedades únicas que, aunque pequeños en tamaño, están destinados a traer enormes beneficios a la agricultura. Como un gigante invisible, la nanotecnología está transformando el campo con nanofertilizantes y nanoherbicidas que mejoran la eficiencia y reducen el impacto ambiental. Además, los nanosensores permiten un monitoreo preciso de las condiciones del suelo y del clima, optimizando el uso de recursos. Un ejemplo sobresaliente es la biofertilización en plantas de interés comercial, que demuestra el potencial de la nanotecnología para un cultivo sostenible. Así, la nanotecnología, “pequeña” pero poderosa, está sembrando las semillas de una revolución agrícola.

Palabras clave: Agricultura, medio ambiente, nanofertilizante, nanopesticida, nutrición mineral.

Potencial de la nanotecnología en la agricultura

En el campo de la ciencia y la ingeniería, la nanotecnología está dedicada al diseño y manipulación de la materia a una escala minúscula, que va de entre 1 a 100 nanómetros (nm), donde los materiales adquieren propiedades únicas y diferentes a las que presentan a escalas mayores (Fig. 1). Esta manipulación de átomos y moléculas fue propuesta por el físico Richard Feynman en 1959 durante la conferencia “There’s plenty of room at the bottom”. Sin embargo, la rama despegó en la década de 1980 con el desarrollo de herramientas como el microscopio de efecto túnel y el descubrimiento de nanotubos de carbono y fullerenos, que permitieron la visualización de estas estructuras.

La nanotecnología aplicada al sector agroalimentario es un campo en rápido crecimiento y su objetivo es proporcionar herramientas para enfrentar

el desafío de producir suficiente comida de alta calidad para una población mundial en constante crecimiento (Lira 2018). El uso excesivo de agroquímicos sintéticos puede dañar el suelo y el medio ambiente. Ante esta problemática, la nanotecnología ofrece soluciones, como la creación de nanofertilizantes, nanopesticidas, nanoherbicidas y nanosensores. La nanotecnología se ha convertido en una herramienta prometedora para revolucionar la agricultura. A través de la manipulación de partículas a escala nanométrica (invisibles al ojo humano), se abren nuevas posibilidades para mejorar la eficiencia de los fertilizantes y reducir el impacto ambiental (Ramos-Ulate 2021).

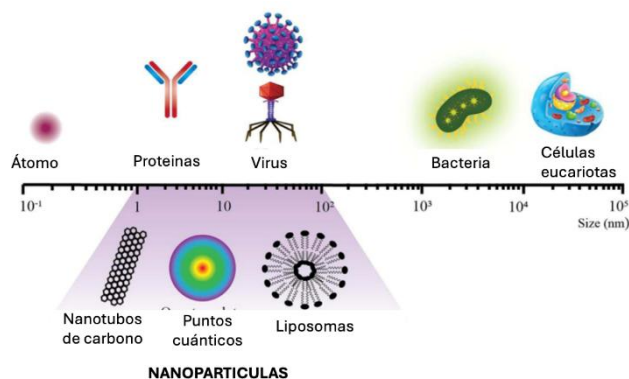


Figura 1. Comparación relativa de nanomateriales, bacterias y organismos celulares. Los elementos visibles mediante microscopía óptica y electrónica de transmisión están indicados, y una barra de escala denota el rango de tamaño de las respectivas entidades biológicas y nanomateriales (1-100 nm) (Modificado de Poh *et al.* 2018).

Nanofertilizantes

Los nanofertilizantes consisten de nanopartículas que a través de procesos de encapsulamiento e integración contienen nutrientes vitales como el nitrógeno (N) o el potasio (K), que por su tamaño permiten una mejor absorción en las raíces y hojas de las plantas, de tal forma que no se queden en el suelo, y aumentan la resistencia al estrés como sequía y salinidad. Estos aliados agrícolas microscópicos están diseñados para liberar nutrientes de manera controlada y sincronizada. Al recubrir los nutrientes con nanopartículas, se logra una liberación más eficiente y específica en el suelo. Esto no

solo aumenta el rendimiento de los cultivos, sino que también reduce la pérdida de nutrientes y la contaminación del agua (Lira 2018). También existen reportes sobre el mejoramiento en la tolerancia de las plantas a estrés abiótico como la salinidad, la sequía o metales pesados (Abdel-Aziz *et al.* 2023). Esto se debe a que, por su tamaño y propiedades únicas, las nanopartículas pueden optimizar procesos fisiológicos, antioxidantes y de absorción en las plantas, promoviendo la resistencia y la productividad. Los nanotubos de carbono (CNTs) son usados para la producción de nanofertilizantes (Bijali & Acharya 2020), su tamaño permite una mejor interacción con las estructuras celulares de las plantas, facilitando la penetración y el transporte a través de los poros de la pared celular y los estomas (Fig. 2).

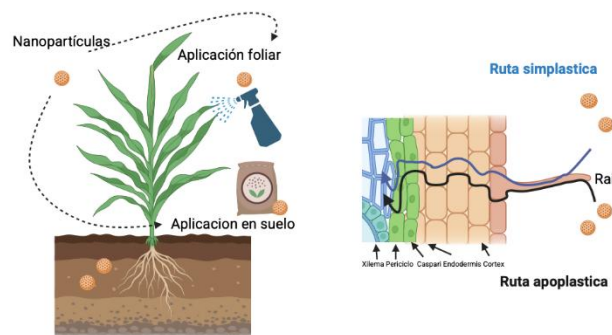


Figura 2. Aplicación de nanopartículas y rutas de entrada en raíz. (Ilustración: M. Hernández utilizando BioRender).

Nanosensores

Estos diminutos detectores pueden monitorear el estado de las plantas en tiempo real. Detectan enfermedades, deficiencias nutricionales o estrés hídrico antes de que sean visibles a simple vista. Por lo tanto, una intervención temprana y precisa, mejora la salud de los cultivos (Lira 2018). Los biosensores inspirados en nanotecnología están transformando la detección y el manejo de enfermedades en plantas, gracias a materiales avanzados que permiten diagnósticos, utilizando métodos colorimétricos para detectar infecciones en plantas (Kumar *et al.* 2020). Estos sensores detectan infecciones (fúngicas, virales, bacterianas), estrés abiótico y biomarcadores, usando herramientas como

nanomateriales, métodos electroquímicos y ópticos (Fig. 3).

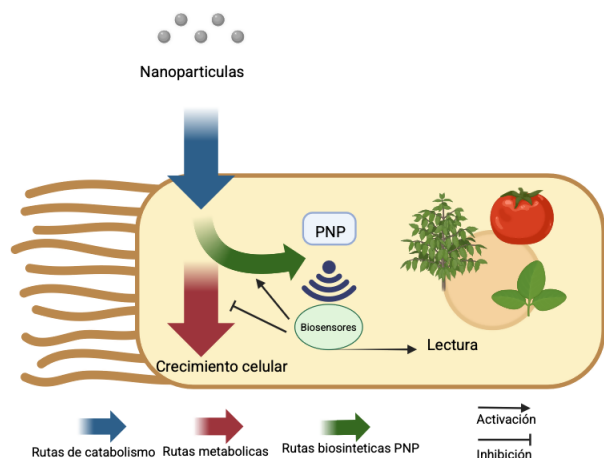


Figura 3. Síntesis de productos naturales de plantas (PNP) en microfábricas celulares microbianas (MCFs). (Modificado de Zhang *et al* 2023, ilustración: M. Hernández utilizando BioRender).

Nanopesticidas y nanoherbicidas

La nanotecnología también se aplica al control de plagas y malezas. Los pesticidas y herbicidas capturados dentro de las nanopartículas (NP) pueden dirigirse directamente a los organismos dañinos, minimizando la exposición a otros seres vivos y reduciendo la cantidad necesaria para lograr contener plagas y malezas. De esta manera, la nanotecnología es especialmente relevante para la salud del suelo y la biodiversidad (Lira 2018). En el caso de los nanopesticidas, estos pueden interferir con la actividad de enzimas necesarias en los insectos plaga, desencadenando la liberación de formas de oxígeno muy reactivo (ROS), que produce daño celular al alterar las funciones de antioxidantes y enzimas responsables de la desintoxicación (Nair & Choi 2011). Además, se ha documentado que las NPs pueden inhibir la producción de proteínas y la liberación de hormonas vitales para el insecto, lo que genera problemas en el desarrollo y la reproducción de las plagas mediante la regulación de genes esenciales (Fig. 4), llevando a la deshidratación del insecto al absorber su capa de cera por fenómenos de su área superficial.

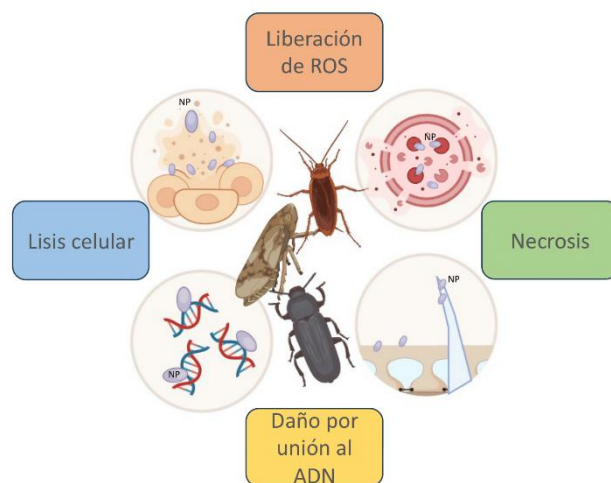


Figura 4. Aplicación de nanopartículas contra plagas de insectos. (Modificado de Jasrotia *et al* 2022, ilustración: M. Hernández utilizando BioRender).

Conclusiones

El uso de nanopartículas representa una herramienta innovadora en la agricultura, ofreciendo soluciones que equilibran el aumento de la productividad con la sostenibilidad ambiental. A través del desarrollo de nanofertilizantes, nanosensores, nanopesticidas y nanoherbicidas, esta tecnología permite una gestión más eficiente de los recursos naturales y reduce el impacto ambiental asociado a la producción agrícola. La nanotecnología no solo aborda los desafíos actuales en la producción de alimentos, sino que también ofrece un camino prometedor hacia una agricultura más sostenible y responsable.

Referencias

- Abdel-Aziz H.M., Benavides-Mendoza A., Rizwan M., Seleiman M.F. 2023. Nanofertilizers and abiotic stress tolerance in plants. *Frontiers in Plant Science* 14: 1154113.
<https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1154113>
- Bijali J., Acharya K. 2020. Current trends in nano-technological interventions on plant growth and development: a review. *IET nanobiotechnology* 14(2): 113-119.
<https://doi.org/10.1049/iet-nbt.2019.0008>
- Jasrotia P., Nagpal M., Mishra C.N., Sharma A.K., Kumar S., Kamble U., Bhardwaj A.K., Kashyap P.L., Kumar S., Singh G.P. 2022. Nanomaterials

for postharvest management of insect pests: Current state and future perspectives. *Frontiers in Nanotechnology* 3: 811056.

<https://doi.org/10.3389/fnano.2021.811056>

Kumar S., Nehra M., Dilbaghi N., Marrazza G., Tuteja S.K., Kim K. 2019. Nanovehicles for Plant Modifications towards Pest- and Disease-Resistance Traits. *Trends in Plant Science* 25(2): 198–212.

<https://doi.org/10.1016/j.tplants.2019.10.007>

Lira Saldivar R.H., Méndez Argüello B., Santos Villareal G.D.L., Vera Reyes I. 2018. Potencial de la nanotecnología en la agricultura. *Acta Universitaria* 28(2): 9-24.

<https://doi.org/10.15174/au.2018.1575>

Nair P.M.G., Choi J. 2011. Identification, Characterization and Expression Profiles of *Chironomus riparius* Glutathione S-Transferase (GST) Genes in

Response to Cadmium and Silver Nanoparticles Exposure. *Aquatic Toxicology* 101(3): 550–560.

<https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2010.12.006>

Ramos-Ulate C.M., Pérez-Álvarez S., Guerrero-Morales S., Palacios Monarrez A. 2021. Biofertilización y nanotecnología en la alfalfa (*Medicago sativa* L.) como alternativas para un cultivo sustentable. *Cultivos Tropicales* 42(2): 1-7.

<https://cu-id.com/2050/v42n2e10>

Poh T.Y., Ali N.A. T. B. M., Mac Aogáin, M., Kathawala, M. H., Setyawati, M. I., Ng, K. W., & Chotirmall, S. H. (2018). Inhaled nanomaterials and the respiratory microbiome: clinical, immunological and toxicological perspectives. *Particle and fibre toxicology* 15(1): 46.

<https://doi.org/10.3390/bios13060633>

Ramón: un tesoro ancestral nutricional y medicinal que crece en los bosques mexicanos

Claudia Teresita Castellón-Moya^{1,4}, Juan Carlos Sánchez-Salgado², Jesús Alfredo Araujo-León³, Elizabeth Ortiz-Vazquez^{*1} y Rolffy Rubén Ortiz-Andrade^{*4}

¹ Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Mérida. Av. Tecnológico s/n, Km 4.5, Carr. Mérida-Progreso, 97118, Mérida, Yucatán, México.

² Hypermedic MX, Mexico City 04930, Mexico. Calle Santa Cecilia 41, Col. Cafetales I, 04930, Coyoacán, Ciudad de México, México.

³ Centro de Investigación Científica de Yucatán. Calle 43 No. 130, Col. Chuburná de Hidalgo, 97205, Mérida, Yucatán, México.

⁴ Facultad de Química, Universidad Autónoma de Yucatán. Calle 43 s/n, entre Paseo de las Fuentes y Calle 40, Col. Inalámbrica, 97069, Mérida, Yucatán, México.

^{*}elizabeth.ov@merida.tecnm.mx; rolffy@correo.uady.mx

Resumen

El ramón (*Brosimum alicastrum*) es un árbol fundamental en Mesoamérica, valorado desde tiempos prehispánicos en el área maya por su importancia cultural, económica y social. Su presencia en sitios arqueológicos evidencia su papel central en la vida prehispánica, integrándose al paisaje sagrado y a la cosmovisión maya. Sus semillas producen una harina nutritiva, rica en fibra, proteínas y minerales, útil en tiempos de escasez. También funciona como forraje y “árbol botiquín” por sus usos medicinales tradicionales. Su aprovechamiento favoreció la estabilidad de las poblaciones. Hoy, su resiliencia climática y versatilidad lo posicionan como

alternativa sostenible para nutrición, ganadería y conservación ambiental actual.

Palabras clave: *Brosimum alicastrum*, nutrición, terapéutica.

El “árbol del sustento”: raíces culturales y etnobotánicas

En los bosques tropicales de Mesoamérica crece un árbol profundamente ligado a la historia y la cultura de los pueblos originarios de esta región: *Brosimum alicastrum* Swartz. Conocido como ramón en la península de Yucatán, éste recibe más de 50 nombres en distintas regiones de México, por ejemplo: ojite, ojoche, capomo, uhi y apomo,

lo que refleja su amplia distribución y su importancia cultural (Pardo-Tejeda & Sánchez-Muñoz 1981). En la antigüedad, el término yucateco “Oóx” también hacía referencia a este árbol (Thompson 1962), evidenciando con ello su relevancia simbólica, lingüística y cotidiana para la cultura Maya (Fig. 1). Así, el ramón ha sido un alimento estratégico desde tiempos prehispánicos ya que sus semillas, hojas y frutos formaban parte de la dieta cotidiana y funcionaban como reserva en periodos de escasez (Trujillo-Nava *et al.* 2023). En la cosmovisión Maya, éste ocupa un lugar central como árbol sagrado de abundancia, sustento y equilibrio con la naturaleza y es mencionado en el Chilam Balam y el Popol Vuh, lo que refleja el conocimiento ancestral que existe sobre sus múltiples virtudes alimentarias, medicinales y forrajeras, conocimiento que ha sido transmitido por generaciones y que hoy es respaldado por la ciencia.



Figura 1. El ramón (*Brosimum alicastrum*): símbolo maya de abundancia y protección del hogar ancestral. Escena tradicional maya de recolección y procesamiento del ramón: cosecha de frutos, tostado de semillas y elaboración de harina para alimentos y usos medicinales. (Imagen generada por R. Ortiz-Andrade con Inteligencia Artificial en Gemini Pro y Canva Pro)

El ramón ha inspirado proyectos comunitarios que promueven la seguridad alimentaria, la generación de empleo y el desarrollo de alternativas nutritivas como su harina. Al mismo tiempo, su manejo sostenible contribuye a la conservación del bosque tropical mediante sistemas agroforestales, integrando tradición y sostenibilidad. Su carácter perenne y su resistencia a la sequía le permiten al ramón producir entre dos y cuatro veces más biomasa comestible por hectárea que varios cultivos

tradicionales, lo que explica su importancia histórica para la seguridad alimentaria maya (Larqué-Saavedra *et al.* 2022, Nazir *et al.* 2025). En el contexto de la crisis climática, esta especie se perfila como un recurso estratégico para la seguridad alimentaria en Mesoamérica, gracias a su resistencia a sequías y condiciones extremas. Sus semillas y hojas, con contenidos relevantes de proteína, fibra, minerales y compuestos antioxidantes, constituyen una fuente nutritiva tanto para la alimentación humana como animal durante temporadas críticas (Sarmiento-Franco *et al.* 2022, Losoya-Sifuentes *et al.* 2023).

En la actualidad, la semilla del ramón, transformada en harina y comercializada como *nuez maya*, ha despertado un creciente interés por su extraordinario valor nutrimental y su potencial como alimento sostenible. Esta contiene alrededor de 11 % de proteínas y cerca de 70 % de carbohidratos, además de fibra dietética, vitaminas del complejo B como B1, B2 y ácido fólico y minerales esenciales como calcio, hierro, zinc y sodio. Su bajo contenido de grasa (1.5 %), su aporte energético de 318 Kcal por cada 100 g de harina, así como el hecho de ser libre de gluten y de bajo índice glucémico, la convierten en una alternativa atractiva para la alimentación contemporánea (Larqué-Saavedra *et al.* 2022, Sarmiento-Franco *et al.* 2022). Desde panes, galletas sin gluten y brownies, hasta atoles y bebidas tipo café, el uso de la semilla del ramón abre un abanico de posibilidades. Incluso, el fruto del ramón se transforma en mermeladas y helados. Integrado en recetas tradicionales como tortillas, tamales o brazo de reina, el ramón fortalece la autonomía alimentaria y promueve la conservación del bosque, uniendo saber ancestral y ciencia moderna (Trujillo-Nava *et al.* 2023).

Sostenibilidad pecuaria: más allá de la nutrición humana

Además de su importancia en la alimentación humana, el ramón destaca por el valor nutritivo de su forraje, reconocido por su alta palatabilidad y utilidad en la producción pecuaria, éste representa

una alternativa sostenible para la alimentación animal, especialmente en regiones afectadas por sequías o escasez de pasto (Morley-Sylvanus 1972). Las hojas y semillas del ramón son ricas en proteínas, fibra, minerales y antioxidantes, lo que las convierte en un recurso forrajero, capaz de satisfacer las necesidades nutricionales de rumiantes y cerdos (Sarmiento-Franco *et al.* 2022, Losoya-Sifuentes *et al.* 2023). Las hojas y frutos contienen aproximadamente 37 % de carbohidratos, 52.74 % de fibra dietética, 11.23 % de proteínas y 2.25 % de grasas, además de aportar calcio, hierro, zinc, sodio y vitaminas como ácido fólico, B1 y B2 (Hernández-González *et al.* 2014, Larque-Saavedra *et al.* 2022).

Dentro de las principales ventajas del ramón destacan:

- Alimentación animal eficiente: mantiene la ganancia de peso, estabiliza el pH ruminal,

aporta calcio y antioxidantes, e incluso contribuye al incremento de la producción de leche en vacas.

- Producción porcina mejorada: reduce la grasa de la carne y modula genes lipogénicos, favoreciendo carne más saludable y eficiente.
- Conservación del bosque: la poda de sus ramas permite alimentar al ganado sin dañar el árbol ni degradar el ecosistema.
- Resiliencia frente al cambio climático: su tolerancia a la sequía y su capacidad de producir biomasa durante temporadas difíciles lo convierten en un recurso confiable para sistemas pecuarios sostenibles.
- Sinergia con la sostenibilidad y la tradición: combina productividad, cuidado ambiental y aprovechamiento de especies locales, fortaleciendo la conexión con prácticas agroecológicas y comunitarias.



Figura 2. Aprovechamiento nutricional y medicinal del ramón (*Brosimum alicastrum*). Usos multifuncionales. **A.** Fuente de alimentos procesados. **B.** Alimentación animal. **C.** Productos medicinales. **D.** Frutos nutritivos a nivel global. (Imagen generada por R. Ortiz-Andrade con Inteligencia Artificial en Gemini Pro y Canva Pro).

En conjunto, el ramón emerge como un aliado estratégico para diversificar la alimentación animal, reducir impactos ambientales y apoyar sistemas ganaderos más resilientes frente a la crisis climática.

El “árbol botiquín”: validación farmacológica del conocimiento tradicional

Además de sus aplicaciones agroalimentarias, el ramón ha sido considerado desde tiempos antiguos como un “árbol botiquín”. Su relevancia trasciende la alimentación, abarcando usos medicinales que ahora comienzan a ser validados por la ciencia moderna (Fig. 2). Este ha sido utilizado tradicionalmente en la medicina maya: sus hojas en infusiones alivian inflamaciones, dolores musculares y malestares digestivos; la corteza, preparada en decocciones, se utiliza para tratar diarreas e infecciones leves; el látex se aplica sobre heridas para acelerar la cicatrización; las semillas y frutos se consumen para fortalecer el cuerpo, especialmente en niños y adultos mayores. Estudios modernos respaldan estos usos, destacando su riqueza en flavonoides y polifenoles antioxidantes, fibra, proteínas de alto valor biológico y minerales como calcio, hierro y zinc, así como su bajo índice glucémico, lo que contribuye a la mejora nutricional y funcional de las preparaciones tradicionales (Herrera *et al.* 2024). Además, el consumo de ramón se asocia con beneficios cardiovasculares y metabólicos, al favorecer la ingesta de nutrientes esenciales, reducir el colesterol y sodio dietario y disminuir el estrés oxidativo (Trujillo-Nava *et al.* 2023, Herrera *et al.* 2024).

En conclusión, lejos de ser solo un recurso del pasado, el ramón vuelve a despertar interés científico y comunitario, demostrando ser un aliado de la nutrición, la salud y la sostenibilidad. Desde los antiguos mayas hasta la actualidad, sus semillas, hojas y frutos han sido fuente de alimento, forraje y medicina tradicional. Su resistencia a la sequía lo posiciona hoy como una especie estratégica para sis-

temas agroalimentarios sostenibles. Su resurgimiento no responde a una moda, sino el reconocimiento de la sabiduría de los antiguos pueblos mayas, quienes supieron integrar este árbol en su salud, su dieta y su vida espiritual. Lo que demuestra que tradición, ciencia y conservación ambiental pueden ir de la mano, para ofrecer soluciones que nutren, protegen y mantienen viva la riqueza cultural de Mesoamérica.

Referencias

- Hernández-González O., Vergara-Yoisura S., Larqué-Saavedra A. 2014. Studies on the productivity of *Brosimum alicastrum* a tropical tree used for animal feed in the Yucatan Peninsula. *Bothalia Journal*, 44(6): 70–81. <https://mayanutinstitute.org/wpdm-package/studies-on-the-productivity-of-brosimum-alicastrum-a-tropical-tree-used-for-animal-feed-in-the-yucatan-peninsula/>
- Herrera J.A., Chan C.A., Naal E. de J., Aké B., Agraz-Hernández C.M., Pérez R.A., Gutiérrez E.J., López T.J. 2024. Conocimiento y uso medicinal del Árbol de Ramón (*Brosimum alicastrum* sw.) En la comunidad de Becal, Calkiní, Campeche, México. *South Florida Journal of Development* 5(2): 732–741. <https://doi.org/10.46932/sfjdv5n2-025>
- Larqué-Saavedra A., Tucuch-Haas C.J., Vergara-Yoisura S., Sulub-Tun R., Castillo-Chuc J., Centeno-García I.S. 2022. La cultura botánica infantil importante para establecer políticas públicas de reforestación. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo* 1-11. <https://doi.org/10.22231/asyd.v19i4.1436>
- Losoya-Sifuentes C., Pinto-Jimenez K., Cruz M., Rodriguez-Jasso R.M., Ruiz H.A., Loredó-Treviño A., López-Badillo C.M., Belmares R. 2023. Determination of Nutritional and Antioxidant Properties of Maya Nut Flour (*Brosimum alicastrum*) for Development of Functional Foods. *Foods* 12(7): 1398. <https://doi.org/10.3390/foods12071398>
- Morley-Sylvanus G. 1972. La civilización maya. Fondo de Cultura Económica de México. 156 pp.

Nazir H.F., Tapia-Tussell R., Nosworthy M.G., Sánchez-Velázquez O.A., Dowle A., Ifie I., Hernández-Álvarez A.J. 2025. Nutritional Value, Antinutritional Factors, and Protein Quality of *Brosimum alicastrum* Seeds: A Sustainable Protein Source. *El nombre completo de la revista Journal of Agricultural and Food Chemistry* 73(37): 23580-23594.

<https://doi.org/10.1021/acs.jafc.5c06101>

Pardo-Tejeda E., Sánchez-Muñoz C. 1981. *Brosimum alicastrum*: A potentially valuable tropical forest resource. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. Xalapa, Veracruz, México. 32 pp.

Sarmiento-Franco L., Montfort-Grajales S., Sandoval-Castro C. 2022. La semilla del árbol Ramón (*Brosimum alicastrum* Swartz): alternativa alimentaria energética para animales de producción y seres humanos. *Bioagrociencias* 15(1): 19-28.

<https://doi.org/10.56369/BAC.4214>

Thompson E. 1962. A Catalog of Maya Hieroglyphs. University of Oklahoma Press. Norman, U.S.A. 191 pp. <https://doi.org/10.2307/502055>

Trujillo-Nava I.J., Negrete-Hernández J., García-Arrazola R., Dávila U., Gimeno M. 2023. Characterization of the Ramón tree seed (*Brosimum alicastrum* Swartz.) as a potential food source. *Agrociencia* 57(7): 1371-1404.

<https://doi.org/10.47163/agrociencia.v57i7.2771>

Próximo número

Aquí les damos un adelanto de los ensayos que aparecerán en nuestro número de septiembre.

Tesoros botánicos de la Reserva Komchén de los Pájaros: plantas endémicas de la Provincia Biótica Península de Yucatán

Rodrigo Duno de Stefano, Alfredo Dorantes Euan, Ariadna Ibarra Morales y Pilar A. Gómez-Ruiz

Resumen. Komchén de los Pájaros es una reserva natural privada ubicada en el norte de Yucatán, que resguarda una importante representación de selva baja caducifolia sobre suelos kársticos. En este sitio se han registrado 13 especies de plantas vasculares endémicas pertenecientes a la Provincia Biótica Península de Yucatán. Estas especies, adaptadas a condiciones ambientales particulares, constituyen indicadores del valor biológico regional de esta reserva. La presencia de endemismos, incluyendo especies con categoría de riesgo como *Platymiscium yucatanum*, resalta la relevancia de mantener los esfuerzos por la conservación voluntaria y del trabajo científico para el conocimiento de la flora peninsular.

Un Mirlo Café fuera de lo común: leucismo en *Turdus grayi* en Mérida

Ariadna Ibarra-Morales, Alfredo Dorantes-Euan, Isaí Olalde-Estrada y Alexander Peña-Peniche

Resumen. Se documenta un caso de leucismo parcial en un individuo de Mirlo Café (*Turdus grayi*) observado en el Jardín Botánico Regional “Roger Orellana”, en Mérida, Yucatán. Se describen sus características morfológicas y se discuten las posibles causas de esta anomalía de coloración. Asimismo, se revisan antecedentes de leucismo en la especie dentro del mismo sitio y se reflexiona sobre el papel de los ambientes urbanos en la aparición de estas variaciones. Finalmente, se destaca la importancia de la documentación local y de acciones de manejo, como la promoción de vegetación nativa, para favorecer la conservación de las aves urbanas.

¿Genes que enferman plantas?

Gilberto Muñoz-Pérez, Sergio García-Laynes y Julio Vega-Arreguin

Resumen. Aparentemente casi todos los genes de las plantas cumplen una función para su sobrevivencia y reproducción, aunque algunos pueden causarles problemas. A estos se les denomina genes de susceptibilidad, y se caracterizan porque facilitan el establecimiento y la progresión de enfermedades causadas por fitopatógenos, quienes aprovechan estos genes para evadir los sistemas de defensa en plantas. No obstante, su modificación o inactivación mediada por técnicas de edición genética, puede generar plantas resistentes a enfermedades. En la búsqueda de enfoques de producción sostenibles, la inactivación de genes de susceptibilidad se suma a las estrategias para obtener cultivos con resistencia a fitopatógenos.

Aguas residuales porcícolas tratadas en la producción de hortalizas: una alternativa ante la crisis hídrica

María J. Pazos Escalante, Carlos D. Hernández Pinto, Germán Giácoman Vallejos y Marisela Vega-De-Lille

Resumen. Ante la crisis hídrica que enfrenta el país, el uso de aguas residuales surge como alternativa para el riego de hortalizas. Estas aguas contienen nutrientes aprovechables, lo que reduce el uso de fertilizantes químicos en la producción agrícola. No obstante, deben provenir de plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR), es decir, aptas para uso agrícola. Su aplicación debe ser controlada para evitar la degradación del suelo por acumulación de sales, acidificación y eutrofización. Asimismo, prevenir la presencia de sustancias dañinas, como microorganismos patógenos, metales pesados y compuestos orgánicos, que representan riesgos para la salud humana y ambiental.

¿Quién vive en el agua? Confusión entre *Dalbergia glabra* y *D. tabascana* en humedales de Mesoamérica

Candelario Peralta Carreta y Lucía Sanaphre Villanueva

Resumen. En los humedales de Mesoamérica, y en particular en el sur de México, las acciones de conservación y restauración ecológica enfrentan múltiples retos. Sin embargo, a ellos se añade el problema de la determinación biológica de las especies. Un ejemplo es la confusión entre *Dalbergia glabra* y *D. tabascana*. Estudios recientes revelan errores de identificación dentro del género, que distorsionan inventarios y mapas de distribución. La precisión taxonómica de *D. tabascana* resulta esencial para garantizar estrategias efectivas para su manejo en los humedales en los que se distribuye, que son ecosistemas altamente vulnerables.

La segunda vida de tus dientes: un desecho biológico con potencial para combatir la obesidad

Angélica A. Serralta-Interian, Pamela Naomi Rodríguez Morales y Beatriz A. Rodas-Junco

Resumen. ¿Sabías que tus dientes podrían ayudar a combatir la obesidad? Anualmente millones de dientes extraídos terminan en contenedores médicos, como desecho biológico, pero guardan un potencial valioso: células madre dentales. Estas tienen la capacidad de transformarse en diferentes tipos de células del cuerpo, incluyendo las células grasas. Por ello, resultan un modelo interesante para entender cómo la epigenética (modificaciones que activan o inactivan genes sin cambiar el ADN) puede transformar la grasa blanca—que almacena energía— a grasa parda —que la quema—. Así que acompáñanos a conocer cómo tus dientes pueden ser una alternativa potencial en la lucha contra la obesidad.