



# Desde el Herbario CICY

Revista de divulgación científica editada por la Unidad de Recursos Naturales

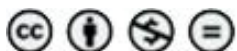
Colores y olores: una historia poco contada sobre las flores y abejas recolectoras de aceite en el nance (*Byrsonima crassifolia*)

El género *Bursera* del estado de Guerrero: usos y avances en la genética de poblaciones

Una red encubierta: interacción entre plantas y hongos endófitos

Plantas medicinales y saberes ancestrales: la tradición *pjyækakjó* en el Estado de México

La flora exótica de la península de Yucatán, México



ISSN: 2395-8790

[https://www.cicy.mx/sitios/desde\\_herbario](https://www.cicy.mx/sitios/desde_herbario)

Vol. 17, Núm. 5. Mayo de 2026

## Contenido

### 4 Desde el comité editorial

### 5 Celebraciones del mes

5 9 de mayo: Día Mundial de las Aves Migratorias

6 20 de mayo: Día Mundial de las Abejas

7 22 de mayo: Día Internacional de la Diversidad Biológica

### 8 La especie del mes: Dalia, la flor nacional

### 9 Ensayos del mes

9 Colores y olores: una historia poco contada sobre las flores y abejas recolectoras de aceite en el nance (*Byrsonima crassifolia*)

15 El género *Bursera* del estado de Guerrero: usos y avances en la genética de poblaciones

21 Una red encubierta: interacción entre plantas y hongos endófitos

29 Plantas medicinales y saberes ancestrales: la tradición *pjyɛk* en el Estado de México

35 La flora exótica de la península de Yucatán, México

### 39 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

#### 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 –DHICY– © 2026 by Editor General DHICY 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 –DHICY–** 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.

**DHICY** 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 **DHICY**, 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 **DHICY** 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](https://www.cicy.mx/sitios/desde_herbario). En caso de interés de publicar en DHICY, enviar sus manuscritos o escribir al correo electrónico: [desde.el.herbario@cicy.mx](mailto:desde.el.herbario@cicy.mx).

### Estimada comunidad lectora de Desde el Herbario CICY –DHICY–

Los saludamos nuevamente, esperando hayan disfrutado de los ensayos de abril. En este mes de mayo les traemos por primera vez cinco ensayos, buscando acortar los tiempos de publicación en beneficio de nuestros autores. Esperemos les gusten.

El primer ensayo nos habla del aceite floral y su importancia como recurso para atraer polinizadores, tomando como ejemplo al nance (*Byrsonima crassifolia*), árbol frutal muy conocido en el sur de México. Las flores del nance han desarrollado una relación de dependencia con abejas recolectoras de aceites, las cuales usan este aceite para el mantenimiento de sus refugios y alimentación de sus crías, mientras que las plantas se benefician a través de su polinización.

El segundo ensayo nos platica sobre los copales (*Bursera* spp.), grupo de árboles de gran importancia cultural, económica, medicinal y ecológica en México, país que es un centro de diversificación de estas especies. En particular, los autores nos muestran la situación de los copales en el estado de Guerrero, haciendo una reflexión sobre la falta de estudios de genética de poblaciones, situación que limita la conservación de estas especies.

En el tercer ensayo exploramos las interacciones entre plantas y hongos, específicamente la de los hongos endófitos con las plantas. Este tipo de hongos colonizan a las plantas de manera inofensiva, pero en algunas condiciones ambientales pueden comportarse como patógenos. Los autores presentan datos de esta interacción en la Península de Yucatán, identificando hongos endófitos de la familia Hypoxylaceae y sus plantas hospedadoras.

El cuarto ensayo nos habla de los p̄jȳkakj̄o del Estado de México, grupo humano que hace aplicaciones terapéuticas con plantas y rituales que refuerzan su identidad colectiva. Los autores hacen una reflexión de cómo la pérdida del idioma y la influencia de la medicina alópata amenazan este legado biocultural y sobre la necesidad de integrar conocimientos tradicionales con enfoques científicos para documentar y preservar este conocimiento.

El quinto ensayo nos platica sobre las plantas exóticas, especies que se establecen de manera natural en una región no nativa y que con el paso del tiempo pueden volverse invasoras y ocasionar daños al ambiente o a las actividades humanas. En particular, el autor presenta un resumen del conocimiento sobre la flora exótica de la península de Yucatán, como el preámbulo de un análisis más detallado sobre la distribución taxonómica y geográfica a lo largo de los estados que constituyen la península.

En nuestra sección “Celebraciones del mes”, en esta ocasión celebramos el “Día Mundial de las Aves Migratorias”, el “Día Mundial de las Abejas” y el “Día Internacional de la Diversidad Biológica”. En la sección “La especie del mes” les traemos a la Dahlia (*Dahlia* Cav.), flor nacional de México; este es un género prácticamente exclusivo de México, pero con un alto valor ornamental en el mundo.

Disfruten de la lectura de este número de DHICY y no olviden mandarnos sus propuestas a [desde.el.herbario@cicy.mx](mailto:desde.el.herbario@cicy.mx).

**Editor General**

## Celebraciones del mes

En mayo de cada año celebramos tres días muy importantes que están relacionados con la labor de quienes formamos parte de DHICY, y en esta sección queremos recordarlos:

### 9 de Mayo: Día Mundial de las Aves Migratorias



Foto: Carlos Soberanes



Foto: Carlos Soberanes



Foto: Roxana Bautista

“Cada ave cuenta, tus observaciones importan”, es el tema de la celebración del **Día Mundial de las Aves Migratorias (DMAM)** en 2026. Nació en 1993 por iniciativa del Smithsonian Migratory Bird Center, siendo su nombre inicial “El Día Internacional de las Aves Migratorias”. Consiste en resaltar la importancia de las aves migratorias con eventos y campañas que abordan temas sobre los hábitats que necesitan para sobrevivir, los servicios ecosistémicos que prestan y los impactos del cambio climático en las aves; así como las leyes, normas y convenios que las protegen en el mundo.

Hoy, la iniciativa está a cargo de **Environment for the Americas**, quienes registran y coordinan eventos que se realizan con la ayuda de otros colaboradores mundiales. El **DMAM** se celebra el segundo sábado de mayo y el segundo sábado de octubre; sin embargo, los eventos pueden llevarse en todo el año en múltiples sedes, como una manera de reconocer que las aves migran en diferentes momentos dependiendo de muchos factores. En la Península de Yucatán existen 5 eventos registrados para todo el público en diferentes sitios y fechas (<https://www.migratorybirdday.org/events/>)

**¡También puedes participar observando aves!**

El **Global Big Day (GBD)** es otro evento en el que puedes participar activamente en la conservación de las aves. Sólo sal a pajarear y registra tus observaciones en la app de eBird; puedes usar la app

Merlin en la identificación de las aves. El 9 de mayo, tus observaciones registradas en eBird participarán en un conteo que ayudará a comprender las poblaciones de aves en el mundo. Este evento es un gran ejemplo de cómo los ciudadanos pueden contribuir generando datos importantes para la ciencia y la conservación de las especies de aves del mundo.

En 2025, la Península de Yucatán estuvo en los primeros lugares de registros de especies de aves a nivel nacional durante el Global Big Day: los estados de Yucatán (270 especies), Quintana Roo (236 especies) y Campeche (183 especies) ocuparon el tercero, quinto y octavo lugar respectivamente. Para conocer más sobre el GBD y cómo participar, visita el sitio <https://ebird.org/region/MX/post/global-big-day-09-de-mayo-2026>.

La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), participa en el **DMAM** y en el **GBD** por medio de sus redes de ciencia participativa: el Programa de Aves Urbanas (PAU) y la Red de Monitoreo Comunitario de Aves de la CONABIO (RMCA), cuyos integrantes realizan observaciones de aves y organizan eventos en esta fecha tan importante y significativa para la conservación de las aves migratorias.

¡Únete a la celebración y contribuye a la conservación y conocimiento de nuestras aves migratorias!

**Carlos Soberanes-González**

## Celebraciones del mes

### 20 de mayo: Día Mundial de las Abejas



El 20 de mayo de 2018 se celebró el primer Día Mundial de las Abejas, proclamado por la Asamblea General de la ONU para sensibilizar sobre la importancia fundamental de las abejas para el equilibrio y la conservación de la vida en el planeta.

Las abejas existen desde hace más de 100 millones de años. Ellas son parientes cercanas de las avispas y las hormigas. Se calcula que hay más de 20 mil especies, tanto solitarias como sociales. Surgieron en sincronía con las flores; ambas tienen casi la misma edad evolutiva. Son las mejores aliadas de las flores. Las abejas son capaces de transportar grandes cantidades de polen que usan para alimentarse y alimentar a sus crías, pero también pueden hacer que el polen que llevan llegue de forma eficaz a otra flor, fecundándola y produciendo un nuevo fruto y semillas. Son grandes polinizadores. No sabemos exactamente cuántas especies de plantas dependen de la polinización por abejas, pero sí sabemos que entre el 80% y el 90% de las plantas del planeta dependen de la polinización por animales, incluidas las abejas.

Los seres humanos dependemos de la polinización para tener comida. La FAO estima que el 35% de la producción agrícola mundial depende de los polinizadores, destacando a las abejas por encima de otros polinizadores como los pájaros, murciélagos, escarabajos y mariposas. Hay que mencionar que

67 cultivos de frutas, cítricos, bayas, nueces, semillas, condimentos y vegetales que nos encantan y nos nutren, dependen de la polinización de las abejas.

Por si esto no fuera suficiente, algunas abejas nos proporcionan miel en abundancia, que endulza nuestras comidas. En 2023, a nivel mundial, la apicultura, que es la crianza de la abeja *Apis mellifera*, alcanzó una producción de casi dos millones de toneladas, valorada en más de 12 mil millones de dólares. Por otra parte, existe la meliponicultura, que es la crianza de abejas sin aguijón productoras de miel, la cual todavía no tiene el valor comercial de la apicultura, pero sí tiene un gran valor cultural y es sustentable. Esta se ha practicado desde tiempos ancestrales en distintas partes del mundo, incluso adquiriendo valor medicinal, alcanzando su mayor esplendor en las regiones de los pueblos originarios de América y la cultura maya destaca en este sentido.

En conclusión, las abejas tienen un vínculo muy antiguo con las plantas con flor, dependemos de ellas para nuestra alimentación y son parte fundamental de nuestra cultura. Si quieres saber más de abejas, visita estos sitios:

<https://www.fao.org/world-bee-day/es;>

<https://www.museumoftheearth.org/bees>

Azucena Canto

### 22 de mayo: Día Internacional de la Diversidad Biológica



Foto: G. Carnevali



Foto: G. Carnevali



Foto: G. Carnevali



Foto: Gustavo A. Romero

Se estima que existen aprox. 14 millones de especies —fruto de 3800 millones de años de evolución—, de las cuales solo se han descrito 1.8 millones. Muchas de estas desaparecen cada día sin que lleguemos a conocerlas, como resultado de la destrucción y/o degradación de sus hábitats derivado de las actividades humanas, principalmente. Hoy, es común hablar de pérdida de diversidad biológica o biodiversidad, concepto que abarca la variación entre organismos y los sistemas ecológicos de los que forman parte, considerando diferencias dentro y entre especies, ecosistemas y regiones geográficas. La biodiversidad a todas las escalas genera procesos e interacciones vitales, como la estructuración de los ecosistemas, las cadenas tróficas, la fotosíntesis, los ciclos de nutrientes y procesos biogeoquímicos, entre otros.

La biodiversidad es más que un número de especies; por ello, debemos entender que ésta se organiza en tres dominios clave: biodiversidad composicional (genes, poblaciones, especies, ecosistemas y paisajes), estructural (estructuras genéticas, poblacionales y paisajísticas) y funcional (procesos que sostienen genes, comunidades y ecosistemas). Además, existe la diversidad filogenética, la cual nos habla de la historia evolutiva de los seres vivos y de su ensamblaje en comunidades. Otro aspecto a considerar es que la biodiversidad posee valores intrínsecos (derecho propio a existir), y otros directos (bienes y recursos humanos) e indirectos para el ser humano (servicios ecosistémicos como la polinización, regulación climática y producción de ali-

mentos). Su compleja red sostiene la vida planetaria, por lo que perder una especie o un ecosistema rompe hilos en esta red, amenazando la seguridad alimentaria y la salud de la humanidad, así como el equilibrio ecológico del planeta.

Debido a su importancia y a la crisis de biodiversidad que sufre el planeta, la ONU impulsó el Convenio sobre la Diversidad Biológica –CDB– (1992), el cual ha sido ratificado por 196 países; firmándolo México en 1993. Los tres objetivos del CDB son: conservación de la diversidad biológica, utilización sostenible de sus componentes, y participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de su uso. Además, en el año 2000 la ONU también instituyó el 22 de mayo como el Día Internacional de la Diversidad Biológica, buscando concientizar sobre la pérdida de biodiversidad y la urgencia de actuar.

En la Unidad de Recursos Naturales del Centro de Investigación Científica de Yucatán abordamos el problema de la conservación de la biodiversidad de manera integral investigando las identidades, distribuciones y riesgos de extinción de plantas amenazadas de la península de Yucatán, así como evaluando el estado de los ecosistemas y los usos que se les dan a las plantas del área. Pero la protección de la biodiversidad es una labor no solo de expertos: es colectiva. Por ello, celebremos este 22 de mayo comprometiéndonos como sociedad con el cuidado de la biodiversidad.

**German Carnevali Fernández-Concha**

## La especie del mes

### Dalia, la flor nacional



En mayo se cumple un aniversario más de la publicación del decreto por el cual se declaró a la Dalia (*Dahlia* Cav.) como “Símbolo de la Floricultura Nacional en todas sus especies y variedades” por el presidente Adolfo López Mateos, el 13 de mayo de 1963, a petición de la Sociedad Botánica de México, la Unión Nacional de Floricultores y Viveristas de México y algunos más. No obstante, en el año 2007, la Asociación Mexicana de la Dalia o Acocochitl A. C. (fundada en 1992) instauró el 4 de agosto como el día nacional de la dalia, el cual tiene como principales objetivos promover el conocimiento, aprovechamiento, cultivo y conservación de la dalia.

Fue el naturalista español Antonio José Cavanilles, director del Jardín Botánico Real de Madrid quien, en 1791, describió el género *Dahlia*, nombre dedicado en honor al botánico sueco Andreas Dahl, discípulo de Linneo, en el volumen *Icones et Descripciones Plantarum*. Es un género de plantas endémico de Mesoamérica, prácticamente exclusivo de México, ya que, de las 39 especies silvestres reportadas, solo 5 se distribuyen fuera del territorio nacional. Algo que hay que resaltar es que unas pocas especies constituyen la base genética con la que se han desarrollado la gran cantidad de formas hortícolas, las cuales se estiman en más de quince mil, entre ellas podemos mencionar: *Dahlia coccinea* Cav., *D. merckii* Lehm., *D. sorensenii* H.V. Hansen & Hjert., *D. imperialis* Roezl ex Ortgies, *D. pinnata* Cav. (la cual, se cree que deriva de un híbrido fértil

entre *D. coccinea* y *D. sorensenii* H.V. Hansen & Hjert., obtenida en el México precolombino).

Estas plantas no solo ha maravillado al mundo entero por la belleza de sus flores, sino también por su importancia económica, histórica y cultural, ya que es sumamente apreciada por su gran variedad de usos, siendo el principal y más conocido el ornamental; sin embargo, también tienen un uso alimenticio, ya que con sus tubérculos y flores se preparan ensaladas, salsas, cremas, aguas frescas, etc., siendo consideradas un alimento funcional al contener compuestos fenólicos y carotenoides con propiedades antioxidantes. Otros usos que se reportan son como ceremoniales, tintes naturales y medicinales.

Desde la época prehispánica data el cultivo y aprovechamiento de las dalias como alimento y medicinales; eran conocidas con el nombre náhuatl de "acocoxóchitl", "acocotli" y "cohuanenepilii" (tallos huecos con agua), o "xicamaxochitl" (flor de camote). Como ejemplo de esto podemos citar el Códice De la Cruz-Badiano o Libro de las hierbas medicinales de los indios (*Libellus de medicinalibus indorum herbis*), escrito en náhuatl en 1552 por Martín de la Cruz y traducido al latín por Juan Badiano, en donde la dalia es citada e ilustrada como "cohuanenepilli", formando parte de un remedio para destapar el conducto de la orina, con la ilustración sencilla de una flor de *Dahlia coccinea* Cav.

**José Luis Tapia Muñoz**

# Colores y olores: una historia poco contada sobre las flores y abejas recolectoras de aceite en el nance (*Byrsonima crassifolia*)

Diana E. Burgos Lugo<sup>\*1</sup> y Henry F. Dzul-Cauich<sup>\*2</sup>

Departamento de Ecología Humana, Cinvestav Unidad Mérida. Km 6 Antigua Carretera a Progreso, Mérida, 97206, Yucatán.

<sup>\*1</sup>[diana.burgos@cinvestav.mx](mailto:diana.burgos@cinvestav.mx), <sup>\*2</sup>[henry.dzul@cinvestav.mx](mailto:henry.dzul@cinvestav.mx)

## Resumen

Las plantas desarrollan señales para atraer a sus polinizadores. El néctar ha sido ampliamente descrito como el principal recurso floral ofrecido por las flores; sin embargo, existen otros recursos menos estudiados, como el aceite floral. En el caso del árbol de nance (*Byrsonima crassifolia*), sus flores han evolucionado una relación de dependencia con abejas recolectoras de aceites. Estas abejas utilizan el aceite para el mantenimiento de sus refugios y alimentación de sus crías, mientras que las plantas se benefician al incrementar sus oportunidades reproductivas mediante la polinización.

**Palabras clave:** Aroma, atracción, interacción, polinizadores, recompensas.

*Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth. es un árbol neotropical de la familia Malpighiaceae, comúnmente conocido como nance, nance amarillo, nance dulce y denominado chi' (lengua maya) en la península de Yucatán (Arellano-Rodríguez *et al.* 1992). En México, su distribución abarca desde Sinaloa hasta Chiapas en la costa del Pacífico y desde Veracruz

hasta Yucatán y Quintana Roo en la región del Golfo de México (Aguilera-Arango *et al.* 2020). Además, se encuentra en diversos países sudamericanos hasta Paraguay (WFO 2025).

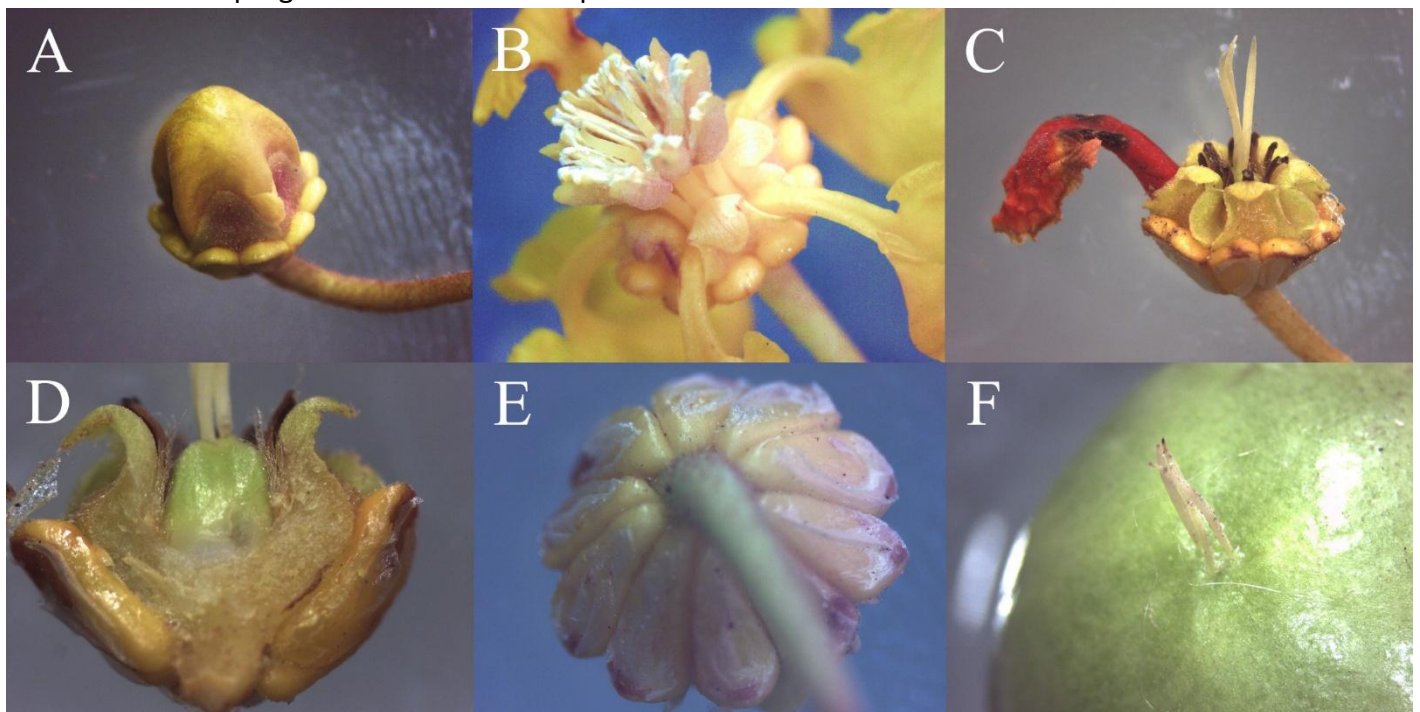
Los frutos del nance son ampliamente consumidos en la península de Yucatán y constituyen un elemento importante del conocimiento local y ancestral, permitiendo su aprovechamiento en huertos familiares (Pérez-Martín *et al.* 2022). Entre sus principales usos destacan diversas preparaciones culinarias, como paletas, helados y dulces en conserva (obs. pers.). Los frutos de nance presentan una notable variación en tamaño, desde pequeños hasta grandes; en coloración, esta puede ser amarilla, roja o verde al alcanzar la madurez, lo cual refleja su diversidad genética y valor cultural, porque las personas asocian los colores con preferencias específicas de consumo. Factores biológicos clave, como la floración y la interacción con los polinizadores, desempeñan un papel determinante en el éxito reproductivo de la especie, asegurando así la disponibilidad continua de los frutos (Vinson *et al.* 1997).

## ¿La formación de frutos del nance depende específicamente de los polinizadores?

El nance presenta una estrategia de polinización especializada al ofrecer aceite floral en lugar de néctar (Vinson *et al.* 1997). Las flores de esta especie producen lípidos no volátiles y carentes de aroma, los cuales son recolectados por las abejas en forma de aceite, lo que representa una adaptación evolutiva para atraer polinizadores especializados en aceites florales (Vinson *et al.* 1997). El aceite es secretado por glándulas especializadas llamadas eliáforos (Possobom & Machado 2018), ubicadas en el cáliz de las flores (Fig. 1). Las flores del nance se agrupan en inflorescencias de entre 12 a 15 cm de largo, que pueden contener más de 40 flores. Cada flor mide entre 1 y 2.2 cm de diámetro y posee cinco pétalos, uno de los cuales actúa como guía, diferenciándose en forma, tamaño y color. Una característica distintiva es el cambio progresivo de color de los pétalos

conforme maduran, pasando del amarillo al naranja y finalmente al rojo (Fig. 2). Este proceso, poco estudiado en el nance, podría estar relacionado con la producción de diferentes recompensas. El ciclo de vida de una inflorescencia, desde el botón floral hasta la flor roja, dura entre 50 y 60 días (Medina-Torres *et al.* 2012).

En una exploración preliminar realizada en dos árboles de nance localizados en la colonia Caucel, Mérida (20°59'19.5" N, 89°43'18.21" O y 20°59'23.30" N, 89°43'06.19" O), se llevó a cabo la exclusión de polinizadores mediante el uso de bolsas de malla en 15 inflorescencias de cada árbol (Fig. 3). Los individuos se encontraban en la entrada de las viviendas, sobre la acera, formando parte del entorno urbano. Como resultado, se observó la abscisión de las flores en todas las inflorescencias (34± 7 flores por inflorescencia) sin formación de frutos. Este patrón sugiere una marcada dependencia de vectores bióticos para la polinización de la especie.



**Figura 1.** Estructuras reproductivas de *Byrsonima crassifolia*. **A.** Botón floral. **B.** Anteras. **C.** Pistilos visibles después de retirar los pétalos. **D.** Aspecto del ovario. **E.** Eliáforos. **F.** Vista apical de fruto completamente desarrollado (Fotografías: Henry F. Dzul C.).



**Figura 2.** Inflorescencias y flores de *Byrsonima crassifolia* en las diferentes fases de coloración. (Fotografías: Henry F. Dzul C.).

### ¿Quiénes son los polinizadores del nance y cuáles son las señales de las flores para atraerlos?

La floración del nance inicia típicamente en marzo y las flores amarillas atraen a una diversidad de insectos como abejas, avispas, hormigas y mariposas (Boas *et al.* 2013). Sus principales polinizadores son las abejas del género *Centris* (Fig. 4), especializadas en recolectar aceites gracias a estructuras como peines en las patas (Neff & Simpson 1981). Estas abejas responden a múltiples señales para optimizar su forrajeo (Pyke & Starr 2021). Una de las señales utilizadas por las abejas para identificar flores con recompensas es el color. En varias especies del género *Byrsonima* Rich. ex Kunth, el pétalo guía ayuda a las abejas a discriminar entre flores con dis-

tinta cantidad de polen (Reis *et al.* 2007). Sin embargo, en otras especies del género *Byrsonima*, no se ha observado una relación directa entre el color y la cantidad de aceite, ya que las abejas *Centris* visitan flores con pétalos de diferentes colores (Melo *et al.* 2018). Esto coincide con lo observado en árboles urbanos del nance, donde las flores amarillas recibieron más visitas de abejas del género *Centris* que las flores anaranjadas y rojas (Fig. 4). La alta visibilidad de las flores amarillas, en contraste con el follaje, podría facilitar el forrajeo; mientras que los colores más oscuros podrían indicar una menor disponibilidad de recursos. Este cambio unidireccional del color floral podría actuar como predictor de recursos (Lunau 1996), aunque también se ha sugerido que las plantas utilizan este mecanismo para incentivar la visita a flores aún no polinizadas (Weiss 1991).



**Figura 3.** Experimento de exclusión de polinizadores utilizando una bolsa de malla. (Fotografía: Diana E. Burgos L.).

### ¿El aceite floral del nance podría ser otra señal para los polinizadores?

El aroma floral es probablemente una de las pistas más importantes para las abejas (Raguso 2008). Muchas plantas oleaginosas emiten diacetina, un derivado de ácido graso que actúa como compuesto volátil de atracción (Schäffler *et al.* 2015), sugiriendo una forma de comunicación química especializada. En especies del género *Byrsonima* han sido identificados componentes del aceite como el ácido byrsónico (Reis *et al.* 2007) o el ácido tricosanoico (Rosa *et al.* 2020), aunque sus efectos sobre los polinizadores aún no se comprenden del todo (Reis *et al.* 2007). Además, especies del género *Byrsonima* producen mayores cantidades de aceite que otras dentro de la familia Malpighiaceae (Barônio *et al.* 2017), el cual es esencial para la alimentación de larvas de las abejas *Centris*, así como en la construcción y el sellado de sus nidos (Neff & Simpson 2017).

Vinson y colaboradores (1997) encontraron que el aceite del nance está compuesto principalmente por monoglicéridos, diglicéridos y una pequeña pro-



**Figura 4.** Abejas del género *Centris* visitando flores de *Byrsonima crasifolia*. (Fotografías: Rodrigo Verónica V. y Henry F. Dzul C.).

porción de triglicéridos; estos lípidos podrían ser más fáciles de digerir para los insectos, lo que explicaría su uso predominante en el aprovisionamiento de nidos en el suelo. Esto evidencia que algunas abejas del género *Centris* pueden satisfacer sus necesidades nutricionales únicamente con polen y aceite floral. Otro hallazgo sugiere que el nance podría producir aceites distintos entre individuos, aunque se requieren más investigaciones para determinar si estas diferencias se deben a factores genéticos, fisiológicos u otros aspectos.

Han pasado casi cinco décadas desde que Vogel (1969) describió por primera vez el aceite floral como una recompensa para abejas, como las del género *Centris*. Aunque en el Neotrópico se han registrado más de 320 especies de abejas que interactúan con plantas cuyas flores producen aceites (Renner & Schaefer 2010), los estudios que analizan este tema siguen siendo limitados. El nance representa un ejemplo de cómo la reproducción de ciertas plantas depende de interacciones especializadas con polinizadores. La formación de frutos del nance está condicionada a la visita de vectores bióticos, como las abejas del género *Centris*, que se evidenció en la abscisión completa de flores cuando se excluyeron estos polinizadores en árboles urbanos. El nance combina estrategias de polinización basadas en recompensas florales, señales visuales como el cambio de color de los pétalos y la alta visibilidad de las flores amarillas y compuestos químicos, aunque estos aspectos requieren más estudios.

Comprender la ecología y biología reproductiva del nance es fundamental para diseñar estrategias de conservación que protejan tanto la biodiversidad como los saberes tradicionales, garantizando la disponibilidad de frutos que forman parte de la alimentación y la cultura local.

## Referencias

- Arellano-Rodríguez J.A., Rodríguez-Rivera R., Chí U. 1992.** Glosario de términos agrícolas maya-español. *Etnoflora Yucatanense*, Fascículo 7. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán.
- Aguilera-Arango G.A., Del Toro Aparicio J.M., Orduz Rodríguez J.O. 2020.** Acerola (*Malpighia emarginata* DC): Fruta promisoría con posibilidades de cultivo en Colombia. Una revisión. *Avances en Investigación Agropecuaria* 24:7-22.
- Barônio G. J., Haleem M.A., Marsaioli, A.J., Torezan-Silingardi H.M. 2017.** Characterization of Malpighiaceae flower-visitor interactions in a Brazilian savannah: How do floral resources and visitor abundance change over time. *Flora* 234:126-134. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2017.07.015>
- Boas J.C.V., Fava W.S., Laroca S., Sigrist M.R. 2013.** Two sympatric *Byrsonima* species (Malpighiaceae) differ in phenological and reproductive patterns. *Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants* 208:360-369. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2013.05.003>
- Lunau K. 1996.** Unidirectionality of floral colour changes. *Plant Systematics and Evolution* 200:125-140. <https://doi.org/10.1007/BF00984753>
- Medina-Torres R., Salazar-García, S., Valdivia-Bernal R., Martínez-Moreno E. 2012.** Fenología de la floración y ciclos reproductivos del nance [*Byrsonima crassifolia* (L.) HBK] en Nayarit. *Universidad y ciencia* 28: 259-269.
- Melo B.T., Mota T., Schlindwein C., Antonini Y., Oliveira R. 2018.** Floral colour change in *Byrsonima variabilis* (Malpighiaceae) as a visual cue for pollen but not oil foraging by oil-collecting bees. *The Science of Nature* 105:46. <https://doi.org/10.1007/s00114-018-1572-y>
- Neff J.L. Simpson B.B. 1981.** Oil-collecting structures in the Anthophoridae (Hymenoptera): morphology, function, and use in systematics. *Journal of the Kansas Entomological Society* 95-123.
- Neff J.L., Simpson B.B. 2017.** Vogel's great legacy: The oil flower and oil-collecting bee syndrome. *Flora* 232:104-116.
- Pérez-Martín C., Escalante-Rebolledo S., Vergara-Yoisura S., Larqué-Saavedra A. 2022.** Plants of the

- Popol Vuh, the sacred book of the maya. *Revista Fitotecnia Mexicana* 45 (2): 271-276.  
<https://doi.org/10.35196/rfm.2022.2.271>
- Possobom C.C., Machado S.R. 2018.** Elaiophores in three Neotropical Malpighiaceae species: a comparative study. *Plant Systematics and Evolution* 304:15-32.  
<https://doi.org/10.1007/s00606-017-1443-6>
- Pyke G.H., Starr C.K. 2021.** Optimal foraging theory. En: *Encyclopedia of social insects*. Cham: Springer International Publishing. Pp. 677-68.  
[https://doi.org/10.1007/978-3-030-28102-1\\_90](https://doi.org/10.1007/978-3-030-28102-1_90)
- Raguso R.A. 2008.** Start making scents: the challenge of integrating chemistry into pollination ecology. *Entomologia experimentalis et applicata* 128:196-20.  
<https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.2008.00683.x>
- Reis M.G., De Faria A.D., Dos Santos I.A., Amaral MD.C.E., Marsaioli A.J. 2007.** Byrsonic acid the clue to floral mimicry involving oil-producing flowers and oil-collecting bees. *Journal of chemical ecology* 33:1421-1429.  
<https://doi.org/10.1007/s10886-007-9309-y>
- Renner S.S., Schaefer H. 2010.** The evolution and loss of oil-offering flowers: new insights from dated phylogenies for angiosperms and bees. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 365:423-435.  
<https://doi.org/10.1098/rstb.2009.0229>
- Rosa F.L., da Silva Barbosa A.B., Soares Rodrigues T.H., Zocolo G.J., Freitas B.M. 2020.** Chemical Characterisation of the Floral Oil of the Murici (*Byrsonima sericea*): Discovering the Constituents Used in Reproduction by Oil-Collecting Bees. *Sociobiology* 67:80-88.  
<https://doi.org/10.13102/sociobiology.v67i1.4432>
- Schäffler I., Steiner K.E., Haid M., van Berkel S.S., Gerlach G., Johnson S.D., Hobbhahn N., Dötterl, S. 2015.** Diacetin, a reliable cue and private communication channel in a specialized pollination system. *Scientific Reports* 5:12779.  
<https://doi.org/10.1038/srep12779>
- Vinson S.B., Williams H.J., Frankie G.W., Shrum G., Hedlund J. 1997.** Floral lipid chemistry of *Byrsonima crassifolia* (Malpighiaceae) and a use of floral lipids by *Centris* bees (Hymenoptera: Apidae). *Biotropica* 29:76-87.  
<https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.1997.tb00008.x>
- Vogel, S. 1969.** Flowers offering fatty oil instead of nectar. En: *Abstracts of the Papers Presented at the XI International Botanical Congress*, p. 229. Seattle, USA.
- Weiss M.R. 1991.** Floral colour changes as cues for pollinators. *Nature* 354: 6350.  
<https://doi.org/10.1038/354227a0>
- World Flora Online (WFO). 2025.** *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth. Published on the Internet.  
<http://www.worldfloraonline.org/taxon/wfo-0000576794> (Consultado 13 Octubre 2025).

# El género *Bursera* del estado de Guerrero: usos y avances en la genética de poblaciones

Alfredo Ortiz-Martínez

Jardín Botánico, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Tercer circuito exterior S/N, Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, Ciudad de México, México.

\*[ortiz\\_sfgp@comunidad.unam.mx](mailto:ortiz_sfgp@comunidad.unam.mx), [lizitro013@gmail.com](mailto:lizitro013@gmail.com)

## Resumen

Los copales (*Bursera* spp.) en México poseen importancia cultural, económica, medicinal y ecológica. México es reconocido como un centro de diversificación de las especies del género *Bursera*, cuyos árboles leñosos constituyen componentes dominantes del bosque tropical caducifolio. El estado de Guerrero no es la excepción: alberga 48 especies, lo que representa el 58.54% de las 82 especies reportadas para México. Sin embargo, los estudios de genética de poblaciones en *Bursera* son escasos o prácticamente inexistentes, lo que limita la generación de estrategias sólidas de conservación para este grupo arbóreo altamente diverso y de gran importancia biocultural.

**Palabras clave:** Bosque tropical caducifolio, Burseraceae, copales, depresión del Balsas, diversidad genética.

El género *Bursera* Jacq. ex L., contempla alrededor de 82 especies en México (Rzedowski *et al.* 2005), convirtiendo al país en un centro principal de diversificación, posiblemente debido a diversos factores

que caracterizan al país, por ejemplo, su topografía accidentada. Por otra parte, la variedad de climas es un elemento clave en los estudios filogeográficos para entender la evolución y divergencia de las especies en refugios glaciares. Un ejemplo probable es la Depresión del Balsas, cuya notable riqueza de especies de este género sugiere que actuó como un refugio histórico para su establecimiento.

Los representantes de *Bursera* son mayormente árboles o algunas veces arbustos, de hoja decidua, que constituyen un elemento característico y dominante del bosque tropical caducifolio en México (Rzedowski & Kruse 1979). Estos árboles poseen la característica de producir resinas que exudan del tronco y las hojas, cuya función es repeler a los herbívoros especializados (Becerra *et al.* 2001). El copal compuesto principalmente de resinas aromáticas, es un producto muy característico de las burseras, aunque los copales no son los únicos que producen la resina, sino también otros géneros de árboles, por ejemplo, *Protium* Burm. f., *Pinus* L. y algunas especies de la familia Fabaceae Lindl. (Gigliarelli *et al.* 2015) (Fig. 1).



**Figura 1.** Ejemplo de la exposición de la resina. **A.** *Pinus longaveva*, los conos ovulados o “piñas” generalmente secretan la resina como un mecanismo de defensa a los insectos o patógenos. **B.** Secreción de la resina de una rama de *Bursera hindisiana*. (Fotografías: **A.** Liam O’Brien, <https://www.inaturalist.org/observations/1735737> **B.** Edna Valenzuela, <https://www.inaturalist.org/observations/109105374>).

Para el estado de Guerrero se reportan 48 especies, de las cuales 21 se consideran copales (Rzedowski 2005) (Tabla 1). Estas especies integran comunidades xerófilas y de transición, donde cumplen roles clave en la estabilización del suelo, la provisión de recursos para la fauna y la producción de bienes no maderables como la resina, lo que las convierte en un componente estratégico tanto ecológico como socioeconómico.

### Utilidad cultural, medicinal, económica, y ecológica

Las especies del género *Bursera*, ampliamente distribuidas en los bosques secos tropicales de México, poseen una utilidad múltiple que abarca ámbitos culturales, económicos, medicinales y ecológicos. En el plano cultural, su resina, conocida comúnmente como copal, ha sido empleada desde épocas prehispánicas en ceremonias rituales, sahumerios, ofrendas y fiestas religiosas. Actualmente, comunidades indígenas y mestizas continúan utilizándola para fines espirituales y simbólicos (CONABIO 2008). Desde la perspectiva medicinal, algunos estudios documentan que diferentes especies de *Bursera* se utilizan en medicina tradicional para el tratamiento de resfriados, inflamaciones, tumores cutáneos e infecciones respiratorias (Acevedo *et al.*

2015). En lo económico, estas especies sirven como fuente de madera ligera para artesanías y tallado fino, aceites esenciales de resinas aromáticas, barnices y combustible, además de encontrarse en el comercio de la artesanía popular (Linares & Bye 2008). En el ámbito ecológico, varias especies se usan como cercas vivas o en sistemas agroforestales debido a su rusticidad, rápido crecimiento y capacidad para recuperarse tras extracciones ligeras; por ejemplo, *B. simaruba* (L.) Sarg., se emplea como cerco vivo en potreros y bordes de bosque (Morantes-Tolosa & Renjifo 2018). De modo conjunto, estas funciones respaldan la importancia de integrar el manejo sustentable de los copales en programas de conservación, aprovechamiento y restauración de los bosques secos tropicales mexicanos (Fig. 2).

### Brechas en el conocimiento genético de los copales: impacto, desafíos y perspectivas futuras

La variación genética en las poblaciones naturales de cualquier especie es materia prima para el proceso de evolución. Desde un punto de vista histórico, el género *Bursera*, que es rico en número y diversidad de especies, ha sido poco ligado desde el punto de vista genómico. Esto significa que hay poca información sobre la diversidad genética, es estructura poblacional, flujo génico e hibridación en estas especies, a excepción de algunas especies como *B. bicolor* Engl., *B. cuneata* Engl., *B. glabrifolia* Engl., y *B. linanoe* Rzed., Calderón & Medina (Tabla 1), las cuales presentan diversidad genética de baja a moderada, esto significa un intento por reportar parámetros de la genética de poblaciones, aunque hace falta mayor esfuerzo.

La falta de recursos genéticos tiene varios puntos importantes que debemos abordar: 1) nos impide detectar cuántas poblaciones tienen alta o baja diversidad genética, lo cual afecta su capacidad de adaptarse a cambios ambientales, 2) evaluar grados de aislamiento genético entre poblaciones, lo que puede conducir a endogamia, pérdida de variabilidad

| Especie                        | Utilidad atribuida  | ¿Existe información de genética de poblaciones? | Información molecular relevante (diversidad genética) | Referencia  |
|--------------------------------|---|---|---|---|
| <i>Bursera bicolor</i>         | Uso ceremonial y medicinal (resina e incienso); artesanal y ecológico (reforestación) | Sí  | $He = 0.539$ (secuencias de genes de cloroplasto)     | Buendía-Espinoza <i>et al.</i> 2022; Ocampo-Bautista <i>et al.</i> 2023 |
| <i>Bursera bonetii</i>         | Uso tradicional en rituales y elaboración de resinas aromáticas                       | No  | -----   | Rzedowski <i>et al.</i> 2005  |
| <i>Bursera citronella</i>      | Uso medicinal (resfriados, antiinflamatorio) y ornamental                             | No  | -----   | Alonso-Castro <i>et al.</i> 2011  |
| <i>Bursera copallifera</i>     | Producción de resina (copal blanco), uso ceremonial y artesanal                       | No  | -----   | Gigliarelli <i>et al.</i> 2015  |
| <i>Bursera coyucensis</i>      | Ornamental, uso local como leña y en cercas vivas.                                    | No  | -----   | Castellanos-Castro & Bonfil 2013  |
| <i>Bursera cuneata</i>         | Uso medicinal (cicatrizante) y maderable  | Sí  | $He = 0.175$ (secuencias de genes nucleares)          | Quintero <i>et al.</i> 2021; Blancas-Vázquez <i>et al.</i> 2022         |
| <i>Bursera excelsa</i>         | Uso artesanal y en combustión (leña e incienso).                                      | No  | -----   | Morales <i>et al.</i> 2023  |
| <i>Bursera fragantissima</i>   | Uso aromático y ritual.   | No  | -----   | Gigliarelli <i>et al.</i> 2015.   |
| <i>Bursera glabrifolia</i>     | Uso artesanal (madera blanda), medicinal y ritual.                                    | Sí  | $He = 0.412$ (secuencias de genes de cloroplasto)     | Buendía-Espinoza <i>et al.</i> 2022; Ocampo-Bautista <i>et al.</i> 2023 |
| <i>Bursera heteresthes</i>     | Uso local como combustible y cercas vivas.  | No  | -----   | Castellanos-Castro & Bonfil 2013  |
| <i>Bursera hintonii</i>        | Uso medicinal (problemas cutáneos).   | No  | -----   | Alonso-Castro <i>et al.</i> 2011  |
| <i>Bursera infernalis</i>      | Uso aromático tradicional   | No  | -----   | Gigliarelli <i>et al.</i> 2015  |
| <i>Bursera linanoe</i>         | Uso medicinal, cosmético y económico (aceites esenciales, perfumería).                | Sí  | $He = 0.324$ , (inter-secuencia simple repetida)      | Morales <i>et al.</i> 2023; Cruz-Larios <i>et al.</i> 2024              |
| <i>Bursera mirandae</i>        | Uso local ornamental y para leña.   | No  | -----   | Rzedowski <i>et al.</i> 2005  |
| <i>Bursera sarcopoda</i>       | -----   | No  | -----   | -----   |
| <i>Bursera sarukhanii</i>      | -----   | No  | -----   | -----   |
| <i>Bursera submoniliformis</i> | Uso en cercas vivas   | No  | -----   | Castellanos-Castro & Bonfil 2013  |
| <i>Bursera tecomaca</i>        | Uso leñoso (combustible)  | No  | -----   | Rzedowski <i>et al.</i> 2005  |
| <i>Bursera vejar-vazquezii</i> | Uso ornamental y leña   | No  | -----   | Rzedowski <i>et al.</i> 2005  |
| <i>Bursera velutina</i>        | Uso ritual y en resinas aromáticas  | No  | -----   | Gigliarelli <i>et al.</i> 2015  |
| <i>Bursera xochipalensis</i>   | Uso medicinal y artesanal   | No  | -----   | Morales <i>et al.</i> 2023  |

**Tabla 1.** Especies consideradas copales para el estado de Guerrero de acuerdo con Rzedowski (2005).



**Figura 2.** Cuatro especies del género *Bursera* con distribución geográfica en el estado de Guerrero. **A.** *Bursera bicolor*. **B.** *Bursera cuneata*. **C.** *Bursera excelsa*. **D.** *Bursera linanoe*. (Fotografías: **A.** Diego Emiliano Reyes Luna, <https://mexico.inaturalist.org/observations/294429120>. **B.** Urantia Nerey, <https://mexico.inaturalist.org/observations/245295008>. **C.** Roberto SD, <https://mexico.inaturalist.org/observations/16098412>. **D.** Juvenal SD, <https://mexico.inaturalist.org/observations/91922512>.)

y mayor vulnerabilidad, 3) estudiar procesos evolutivos como la hibridación en zonas de contacto, que puede tener efectos positivos (como combinaciones adaptativas) o negativos (pérdida de identidad de especies raras), y 4) implementar programas de restauración o manejo adecuado de las especies con una base genética sólida, lo cual puede conducir a la selección inapropiada o la sobreexplotación de genotipos de bajo valor adaptativo.

Es necesario, realizar estudios de diversidad genética en muchas poblaciones de cada especie de copal, cubriendo su rango geográfico conocido, hábitats variados y grados de fragmentación, para evaluar parámetros clave como la heterocigosidad, niveles de endogamia y flujo génico. Utilizar los recursos genómicos que provienen de las nuevas tecnologías de secuenciación masiva permitirían investigar qué variantes genéticas están asociadas con tolerancia a estrés hídrico, sequía, altitud o tipo de suelo, lo cual identificaría poblaciones fuente para la restauración o el manejo forestal.

Finalmente, los bosques tropicales caducifolios son ecosistemas clave para muchas especies de copal, las cuales están siendo fuertemente fragmentados. Sin los datos genéticos, es difícil planear la conectividad genética, corredores biológicos o seleccionar material de semillas con diversidad genética suficiente. Además, la explotación comercial de las resinas y madera sin un manejo genético puede llevar a la degradación de las poblaciones con baja diversidad, lo que a su vez reduce la sostenibilidad del recurso a largo plazo. No obstante, los avances en la genómica abren la puerta a una era donde los datos genéticos pueden guiar decisiones de conservación y manejo de los copales. Lo ideal es escalar estos estudios genéticos, aplicarlos a escala poblacional e integrar el conocimiento con las comunidades locales.

## Agradecimientos

Al M. en C. Alberto Javier Reyes García (†) (IB-UNAM-MEXU), por haberme enseñado lo que he

llegado a conocer sobre la taxonomía del género *Bursera*.

## Referencias

- Acevedo M., Nuñez P., González-Maya L., Cardoso Taketa A., Villarreal M.L. 2015.** Cytotoxic and anti-inflammatory activities of *Bursera* species from Mexico. *Journal of Clinical Toxicology* 5:1–8. <http://dx.doi.org/10.4172/2161-0495.1000232>
- Alonso-Castro A.J., Villarreal M.L., Salazar-Olivo L.A., Gomez-Sanchez M., Dominguez F., Garcia-Carranca A. 2011.** Mexican medicinal plants used for cancer treatment: pharmacological, phytochemical and ethnobotanical studies. *Journal of Ethnopharmacology* 133: 945-972. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2010.11.055>
- Becerra X.J., Venable D.L., Evans P.H., Bowers W.S. 2001.** Interactions between chemical and mechanical defenses in the plant genus *Bursera* and their implications for herbivores. *American Zoologist* 41: 865-876. <https://doi.org/10.1093/icb/41.4.865>
- Blancas-Vázquez J.J., Abad-Fitz I., Beltrán-Rodríguez L., Casas A., Maldonado-Almanza B., Sierra-Huelsz J.A., García-Lara F., Cortés-Zárraga L., Mena F., Ayala-Enríquez M.I. 2022.** *Bursera bipinnata* (Moc. y Sessé ex DC.) Engl. *Bursera copallifera* (Sessé & Moc. Ex DC.) Bullock *Bursera fagaroides* (Kunth) Engl. *Bursera glabrifolia* (Kunth) Engl. *Bursera linanoe* (La Llave) Rzed., Calderón, and Medina *Bursera morelensis* Ramírez (L.) Sarg. BURSERACEAE. En: Casas A., Blancas-Vázquez J.J. (Eds.) *Ethnobotany of the mountain regions of Mexico*. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-77089-5\\_31-1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-77089-5_31-1)
- Buendía-Espinoza J.C., Martínez-Ochoa E.C., García-Núñez R.M., Arrazate-Jiménez S.C., Sánchez-Vélez A. 2022.** Prediction of resin production in copal trees (*Bursera* spp.) using a random forest model. *Sustainability* 14: 8047. <https://doi.org/10.3390/su14138047>

- Castellanos-Castro C., Bonfil C. 2013.** Propagation of three *Bursera* species from cuttings. *Botanical Sciences* 91: 217-224.  
<https://doi.org/10.17129/botsci.416>
- CONABIO 2008** Comisión Nacional de Biodiversidad (CONABIO). Copales.  
<https://www.biodiversidad.gob.mx/diversidad/ceremonial-y-ritual/copales> (consultado: 14 de octubre 2025).
- Cruz-Larios I.J., Ramírez-Herrera C., Hernández-Rodríguez M., Velasco-García M.A., Cetina-Alcalá V.M., Valdez-Hernández J.I. 2024.** Diversidad genética de lináloe en poblaciones del Bosque Tropical Caducifolio en México. *Revista Fitotecnica Mexicana* 47(2): 191-198.  
<https://doi.org/10.35196/rfm.2024.2.191>
- Gigliarelli G., Becerra X.J., Curini M., Marcotullio M.C. 2015.** Chemical composition and biological activities of fragrant mexican copal (*Bursera* spp.). *Molecules* 20(12): 22383-22394.  
<https://doi.org/10.3390/molecules201219849>
- Quintero M.E., Rico Y., Lira N.A., González R.A. 2021.** Molecular evidence and ecological niche modeling reveal an extensive hybrid zone among three *Bursera* species (section *Bullockia*). *Plos ONE* 16(11): e0260382.  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0260382>
- Linares E., Bye R. 2008.** El copal en México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). *Biodiversitas* 78: 8-11.
- Morales Maldonado E.R., Nieves Perrusquilla M.P., Guerrero Andrade O. 2023.** Identificación y propagación del género *Bursera*. *REIA* 7: 59-66.  
<https://reia.iteshu.edu.mx/descargables/ediciones/2023/05.pdf>
- Morantes-Tolosa J.L., Renjifo L.M. 2018.** Cercas vivas en sistemas de producción tropicales: una revisión mundial de los usos y percepciones. *Revista de Biología Tropical* 66: 739-753.  
<http://dx.doi.org/10.15517/rbt.v66i2.33405>
- Ocampo-Bautista F., Mussali-Galante P., Alvarez L., Marquina-Bahena S., Valencia-Cuevas L., Valencia A. S., Tovar-Sánchez E. 2023.** Natural hybridization between *Bursera bicolor* × *B. glabrifolia* (Burseraceae) complex: molecular and chemical evidence. *Forests* 14:1382.  
<https://doi.org/10.3390/f14071382>
- Rzedowski, J.R., & Kruse H. 1979.** Algunas tendencias evolutivas en *Bursera* (Burseraceae). *Taxon* 28:103-116.  
<https://doi.org/10.2307/1219565>
- Rzedowski J., Medina Lemus R., Calderón de R.G. 2005.** Inventario del conocimiento taxonómico, así como de la diversidad y del endemismo regionales de las especies mexicanas de *Bursera* (Burseraceae). *Acta Botánica Mexicana* 70: 85-111.  
<https://doi.org/10.21829/abm70.2005.989>

# Una red encubierta: interacción entre plantas y hongos endófitos

Pamela E. Reyes<sup>1\*a</sup>, Juan Pablo Pinzón<sup>1</sup>, Alexander Suárez-Mariño<sup>2\*b</sup> y Juan Tun-Garrido<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Botánica, Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad Autónoma de Yucatán. Carretera Mérida-Xmatkuil km 15.5, 97315, Mérida, Yucatán, México.

<sup>2</sup> Laboratorio de Ecología Terrestre. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (Cinvestav), Unidad Mérida. Km 6 antigua carretera a Progreso, Mérida, Yucatán, 97206, México.

\*<sup>a</sup> [pamreyesrdgz@gmail.com](mailto:pamreyesrdgz@gmail.com), \*<sup>b</sup> [suarez.topo@gmail.com](mailto:suarez.topo@gmail.com)

## Resumen

Las interacciones entre plantas y hongos han despertado el interés científico por décadas, con las micorrizas como el ejemplo clásico de simbiosis. No obstante, existe un grupo menos explorado, pero igualmente fascinante: los hongos endófitos. Estos organismos colonizan los tejidos vegetales de manera aparentemente inofensiva, aunque bajo determinadas condiciones ambientales pueden comportarse como patógenos. Realizamos muestreos en la península de Yucatán, donde identificamos hongos endófitos pertenecientes a la familia Hypoxylaceae y sus plantas hospederas. Para comprender su relación ecológica empleamos redes de interacción, las cuales evidenciaron una variación en la asociación entre las especies fúngicas y vegetales.

**Palabras clave:** Endófito, hospedero, Hypoxylaceae, interacción planta-hongo, península de Yucatán.

## Los hongos endófitos

Los hongos son organismos heterótrofos, es decir, deben obtener su alimento de otros seres vivos o sus

restos para poder sobrevivir. Debido a esta necesidad, a lo largo de su evolución se han seleccionado características que les han permitido sobrevivir y mantenerse en el tiempo y el espacio, abarcando múltiples ecosistemas alrededor del mundo. De un estimado de 1,5 a 5 millones de especies de hongos, se han descrito aproximadamente 150,000 (Wanasinghe *et al.* 2022). Los hongos pueden actuar como: (1) descomponedores de materia orgánica, liberando nutrientes al suelo; (2) simbiotes, formando asociaciones beneficiosas con otros organismos; y en ocasiones (3) parásitos/patógenos: que viven a expensas de otros organismos, causando un efecto negativo en su hospedero. Estas características brindan un panorama de su gran capacidad de adaptación (Wrzosek *et al.* 2017) y como estrategias para establecer relaciones mutualistas con otros organismos. La interacción entre plantas y hongos ha sido una de las más estudiadas (junto con los hongos patógenos de humanos y animales) debido a los beneficios que obtienen ambos participantes: nutricionales, crecimiento, supervivencia y reproducción.

Los hongos endófitos viven de manera microscópica en los tejidos de las plantas (hojas, tallos y raíces) du-

rante todo su ciclo de vida o parte de él, estableciendo una relación simbiótica sin ocasionar un daño o enfermedad al hospedero. En esta interacción, el endófito ayuda a la planta a sobrevivir a condiciones ambientales adversas (sequía, condiciones de salinidad o acidez), además de estimular la absorción de nutrientes para el crecimiento y desarrollo de la planta, la secreción de metabolitos secundarios adaptadores de estrés (*e.g.*, alcaloides, terpenoides, policétidos) para protegerla de la invasión de herbívoros, patógenos o cambios en el ambiente; mientras la planta provee al hongo albergue, nutrientes y protección a la desecación (Hyde *et al.* 2019; Odelade & Babaloba 2019). La evidencia de microorganismos en el tejido vegetal fósil, indica que la interacción entre plantas y hongos endófitos ha existido desde hace aproximadamente 400 millones de años (Ding *et al.* 2015). Estudios recientes, han demostrado que casi todas las plantas contienen hongos endófitos, lo que confirma que esta interacción es común en las comunidades vegetales.

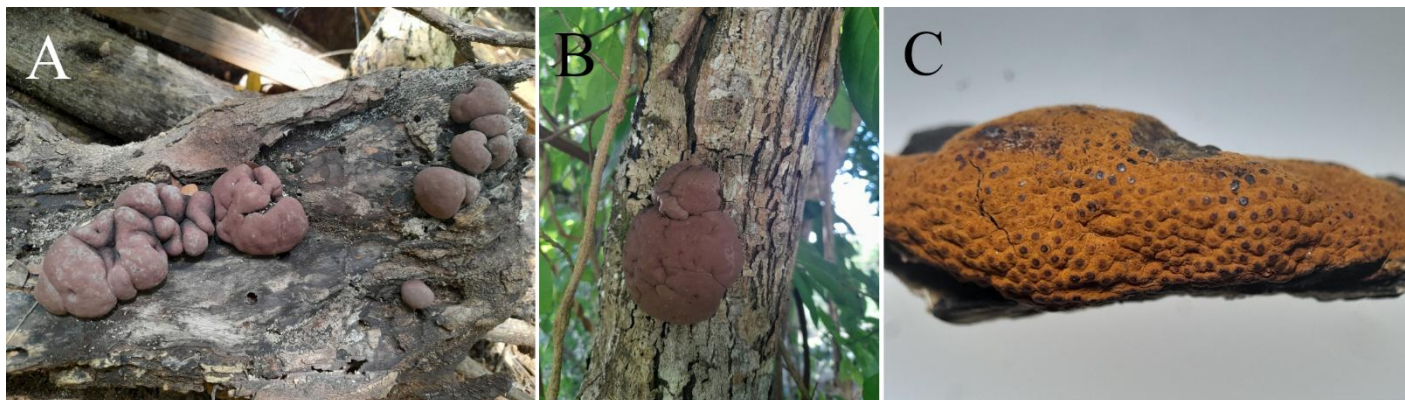
Las comunidades fúngicas en la península de Yucatán son potencialmente diversas (reportadas en estudios recientes y en listados taxonómicos a nivel nacional), esto implica una gran variedad de asociaciones posibles entre hongos y plantas, para comprender estas relaciones, proponemos el uso de redes, herramienta que permite visualizar y analizar cómo múltiples especies pueden interactuar entre sí. Este enfoque contribuiría a integrar la información existente y a profundizar en el papel que desempeñan los hongos endófitos en la estructura y dinámica de las co-

munidades vegetales.

## Interacción planta-hongo endófito en la península de Yucatán

La península de Yucatán es conocida como una provincia biótica claramente definida a través del análisis de la distribución de diferentes grupos de organismos como plantas, vertebrados e insectos (Rzedowski 1978; Morrone 2005, 2024) y a su historia biogeográfica; sin embargo, las comunidades vegetales nativas con un alto grado de conservación ocupan una extensión muy reducida: la selva mediana subcaducifolia, únicamente cubre el 8.5 % de la península, mientras que la selva baja caducifolia (4.6 %), el manglar (2.9 %), la selva mediana subperennifolia (1.7 %) y la vegetación de duna costera (0.17 %) cubren menos del 10 %, lo que implica que aproximadamente el 80 % de la vegetación original ha sido perturbada y/o sustituida para ser destinada a diferentes actividades humanas (Durán & García 2010).

Una de las familias de hongos más diversas y con mayor abundancia es Hypoxylaceae (Xylariales, Ascomycota, fig. 1); su estilo de vida es mayormente endófito, aunque también los encontramos como saprotrofos, es decir, que obtiene su alimento a partir de la materia orgánica muerta o en descomposición, habiéndose registrado 48 especies para la península de Yucatán (Reyes *et al.* 2024, 2025). Algunas plantas con importancia ecosistémica, económica y cultural han sido registradas como sus hospederos, por ejemplo: el ts'iits'ilche' (*Gymnopodium floribundum* Rolfe)

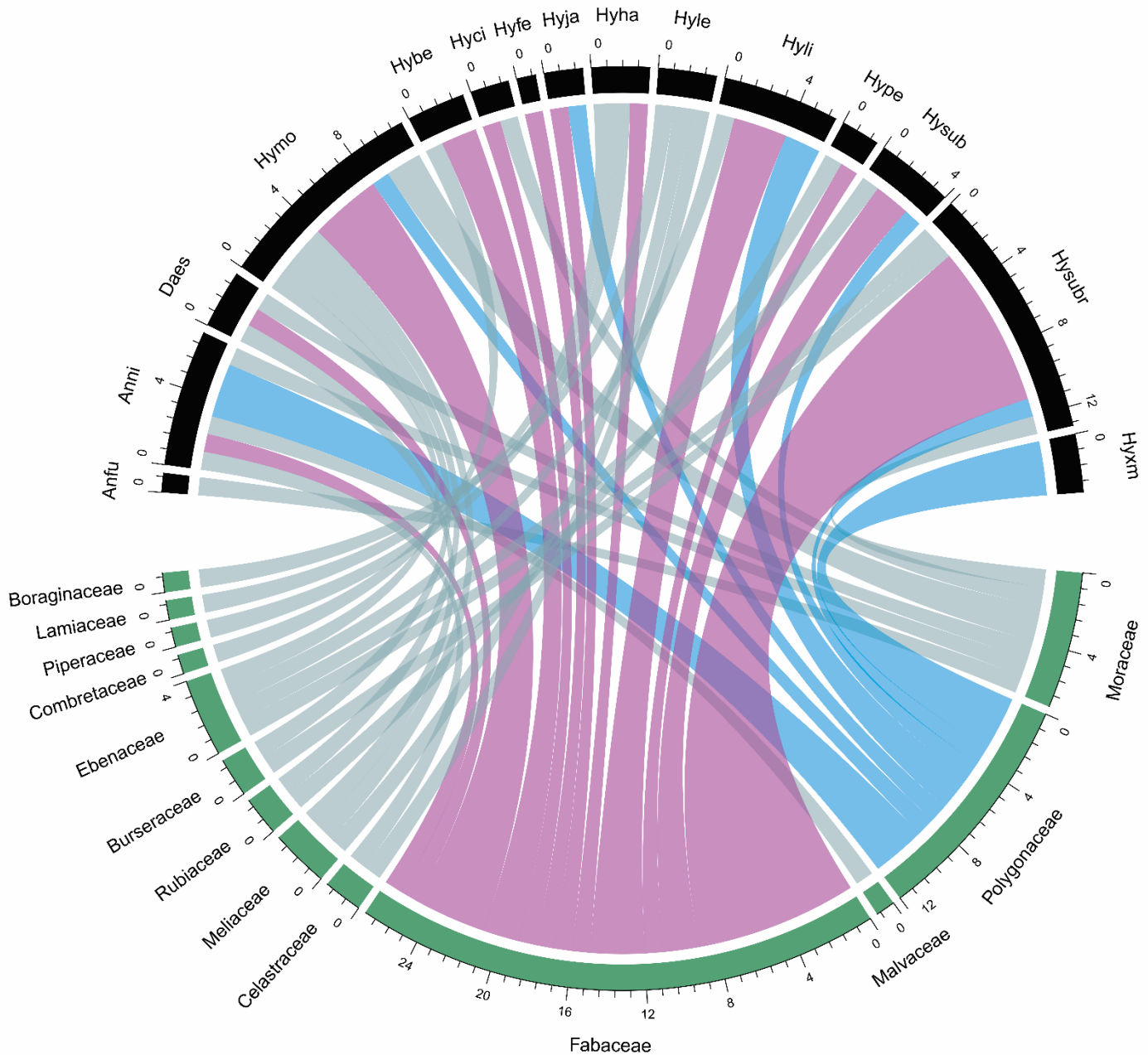


**Figura 1.** Hongos de la familia Hypoxylaceae (orden Xylariales) colectados en la península de Yucatán. **A.** *Daldinia eschscholtzii*. **B.** *Daldinia placentifformis*. **C.** *Hypoxylon haematostroma*. (Fotografías: P. E. Reyes)

especie de importancia en la industria apícola (Balam-Narváez 2009); el tsalam (*Lysiloma latisiliquum* (L.) Benth.), especie maderable, forrajera y melífera (Herbario CICY 2010); el k'aakalché (*Diospyros anisandra* S.F. Blake) reportado como una especie con propiedades antiinflamatorias, antifúngicas y an-

tibióticas (Borges-Argáez *et al.* 2021); y *Randia longiloba* Hemsl., especie endémica (Guadarrama *et al.* 2018).

Dos factores que median la interacción entre las plantas y los hongos endófitos son: la especificidad



**Figura 2.** Familias de plantas y especies de hongos endófitos (Hypoxylaceae) registrados en la península de Yucatán. Los nodos en la parte inferior (cuadros verdes) representan familias de plantas y los nodos en la parte superior (cuadros negros), especies de hongos endófitos. El grosor de las líneas que conectan los nodos (i.e., los enlaces; color gris) representan la frecuencia con la que una especie de hongo se relaciona con una familia de planta. Debido a su importancia dentro de la red, la familia Fabaceae (enlaces morados) y Polygonaceae (enlaces azules) se representa con otro color. Ver anexo para el listado de las especies de hongos endófitos y sus respectivos códigos.

del hongo y la diversidad de especies de plantas que sirven como hospederos. La especificidad corresponde a la preferencia por ciertas especies de hospederos, mientras que la diversidad se refiere a la heterogeneidad de plantas disponibles utilizadas como hospederos. Estos elementos juegan un papel importante, no solo en la frecuencia con la que interactúan las plantas y hongos, sino también en la forma en que se organizan y conviven dentro de las plantas, ya que cada una puede albergar una amplia gama de estos hongos (Arnold & Lutzoni 2007). Realizamos muestreos en diferentes tipos de vegetación de la península de Yucatán, recolectando hongos de la familia Hypoxylaceae (Fig. 1) e identificando a sus hospederos. Registramos la interacción planta-hongo (enfoque de red), encontrando la presencia de 15 especies de hongos endófitos de esta familia en individuos de 29 especies de plantas (13 familias) representativas de los diferentes tipos de vegetación (Figs. 2 y 3).

Considerando la alta probabilidad de la asociación entre especies de plantas y hongos, y las características de las comunidades vegetales en la península de Yucatán, comprender la diversidad de las comunidades fúngicas es importante ya que los hongos endófitos podrían influir directamente en la salud y el desempeño de las plantas, ayudándolas a enfrentar condiciones ambientales adversas y a interactuar con otros seres vivos. Asimismo, algunos hospederos tienen importancia económica y biocultural por lo que conocer el tipo de relación que mantienen con estas plantas podría ayudar a tener un plan de manejo.

A partir del uso de redes de interacción (herramienta útil para el registro de interacciones) analizamos la relación entre los hongos endófitos y sus hospederos. Este enfoque proporciona un registro de la presencia de hongos asociados a una especie de planta (especies interactuantes; fig. 3), además describe quién se conecta con quién, lo que nos permite conocer a nivel de comunidad la estructura de ambos grupos y estudiar a futuro posibles implicaciones ecológicas de su interacción (resiliencia ante perturbaciones, procesos de extinción, adaptaciones al cambio climático; Bascompte & Jordano 2007).

## Red de interacción planta-hongo endófito

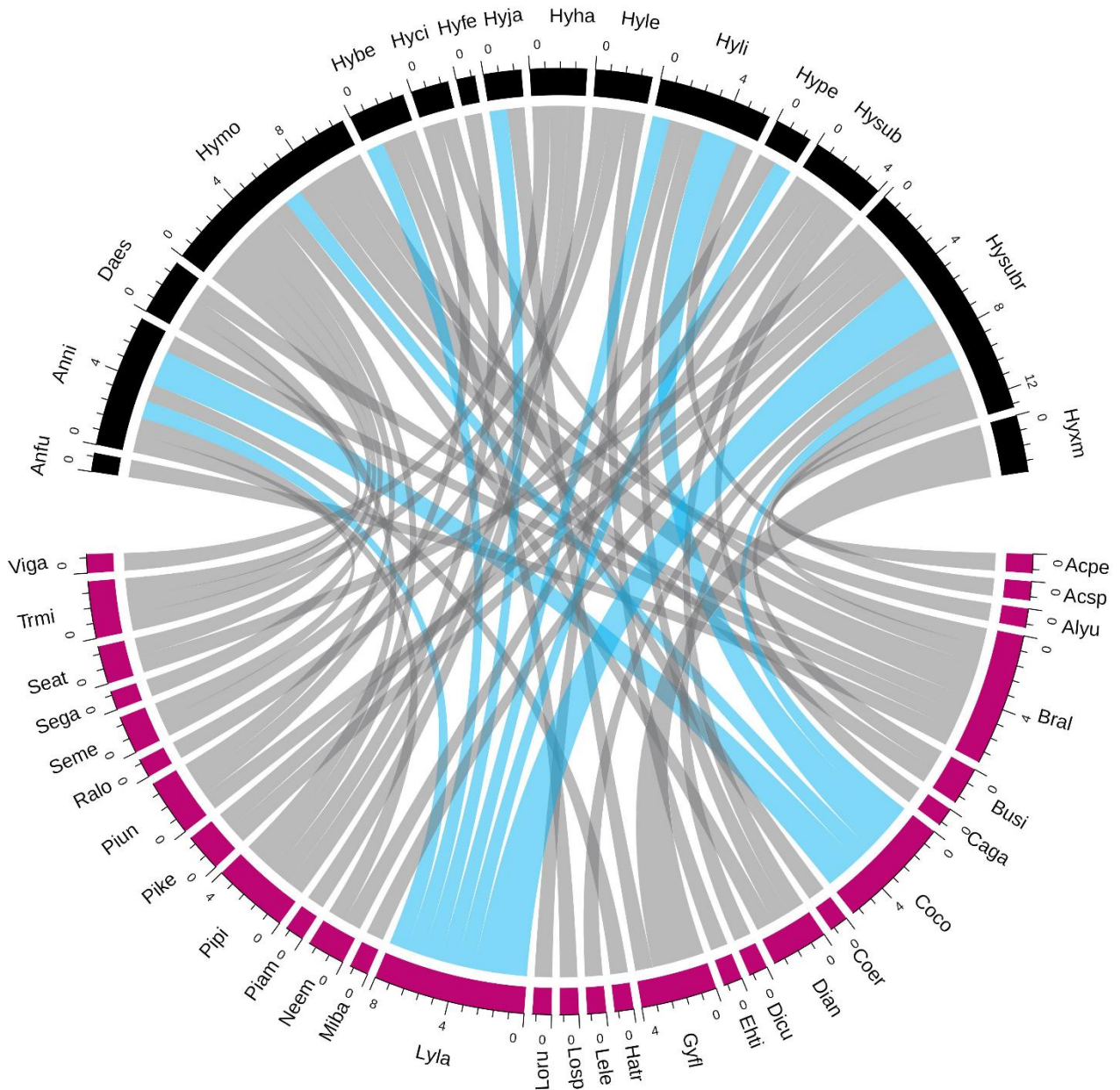
La red mostró una fuerte interacción de hongos con las familias Fabaceae y Polygonaceae (Fig. 2). Esto es interesante, considerando que especies de ambas familias se encuentran en diversos tipos de vegetación dentro de la península de Yucatán y, además, son reconocidas por su relevancia económica y cultural para comunidades locales (a través de su uso en huertos familiares y como recursos maderables y medicinales), así como una fuente de alimento para fauna silvestre (*e.g.*, abejas sin aguijón). Por ejemplo, reportamos una mayor incidencia del crecimiento de estos hongos endófitos en *Lysiloma latisiliquum* y *Coccoloba cozumelensis* Hemsl (Fig. 3).

En el contexto de la interacción planta-hongo endófito, las redes también proporcionan métricas útiles para analizar biológicamente qué tanto interactúan ambos grupos (ver glosario). En este estudio, la red mostró que no todos los hongos aparecen en todas las plantas (baja conectancia), lo que indica que estas asociaciones están influenciadas por factores como el tipo de ambiente o las características propias de cada planta (*e.g.*, defensas o disponibilidad de tejido vegetal). Algunas especies vegetales albergan muchos hongos (como *Lysiloma latisiliquum*, fig. 3), mientras que otras hospedan solo unos pocos (como *Hampea trilobata* Standl., fig. 3). Además, los resultados muestran que los hongos endófitos no son exclusivos de una sola planta: suelen asociarse con varias especies, y las plantas, a su vez, pueden convivir con distintos hongos (baja especialización). Esto da lugar a una red con interacciones ampliamente compartidas dentro de la comunidad (Fig. 3). Al mismo tiempo, se observó que ciertos grupos de plantas comparten conjuntos específicos de hongos, formando pequeños grupos o “módulos” (alta modularidad). Esta organización podría beneficiar a la comunidad haciéndola más resistente a la pérdida de especies, ya que la falta de algunas de ellas no implica la desaparición de todas las interacciones; estos grupos de especies ayudan

a mantener el funcionamiento de la comunidad al amortiguar y redistribuir las interacciones.

Si bien todavía se requieren más estudios, el patrón que encontramos en la estructura de la comunidad de hongos endófitos y sus hospederos podría deberse a: (a) la afinidad entre especies, donde plan

tas de la misma familia hospeda hongos similares y (b) la selección de los hongos: es decir, su preferencia por tejidos o caracteres específicos de las plantas. En conjunto, estos patrones sugieren que la interacción entre los hongos endófitos y sus hospederos no es fija, sino variable, y que existen desde aso-



**Figura 3.** Red de interacción planta-hongo endófito. Los nodos en la parte inferior (cuadros rosas) representan especies de plantas y los nodos en la parte superior (cuadros negros), especies de hongos endófitos. El grosor de las líneas que conectan a los nodos (i.e., los enlaces; color gris) representan la frecuencia con que una especie de hongo se encuentra asociado a una especie de plantas. Se resalta con color azul a *Lysiloma latisiliquum* “Lyla” y a *Coccoloba cozumelensis* “Coco” por ser los hospederos más frecuentes. Ver anexo para al listado de las especies de hongos y plantas, así como sus respectivos códigos.

ciaciones más generales hasta interacciones más específicas, dependiendo de quién interactúa con quién y de cómo estas especies se organizan dentro de la red.

Estudios futuros podrían centrarse en la interacción planta-hongos endófitos a un nivel más específico, analizando el rol que posee cada especie interactuante, utilizando las herramientas de las redes de interacción (e.g. métricas a nivel de red) para identificar qué especies cumplen un papel clave en el mantenimiento de estas comunidades. Reconocer a estas especies “centrales” (especies que mantienen la comunidad por el grado de su interacción con otras especies), tanto de plantas como de hongos endófitos, permitiría priorizarlas en el diseño de estrategias de conservación. En un contexto marcado por el cambio climático acelerado, el crecimiento demográfico, la contaminación y la fragmentación de los hábitats, incorporar a los hongos endófitos en los planes de conservación —identificando especies de especial interés— puede fortalecer la protección de la biodiversidad y la estabilidad de los ecosistemas de la península de Yucatán a corto y mediano plazo.

## Referencias

- Arnold A.E., Lutzoni F. 2007.** Diversity and host range of foliar fungal endophytes: are tropical leaves biodiversity hotspots? *Ecology* 88(3):541–549. <https://doi.org/10.1890/05-1459>
- Balam-Narváez R. 2009.** Una planta común con varias funciones... Aunque usted no lo crea! *Desde el Herbario CICY* 1:30–31. [https://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Desde\\_Herbario/2009/2009-09-10-Balam-Gymnopodium.pdf](https://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Desde_Herbario/2009/2009-09-10-Balam-Gymnopodium.pdf)
- Bascompte J., Jordano P. 2007.** Plant-animal mutualistic networks: the architecture of biodiversity. *Annual Review of Ecology Evolution and Systematics* 38:567–593. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.38.091206.095818>
- Borges-Argáez R., Vera-Ku R., Juárez-Méndez M., Chan-Zapata I., Jiménez-Alcalá I., Chi May F., Carrillo-Sánchez L. 2021.** El K'aakalché (*Diospyros anisandra*), una especie con alto valor farmacéutico. *Desde el Herbario CICY* 13: 152–155. [https://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Desde\\_Herbario/2021/2021-08-12-Borges\\_et\\_al.-Diospyros\\_anisandra.pdf](https://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Desde_Herbario/2021/2021-08-12-Borges_et_al.-Diospyros_anisandra.pdf)
- Ding W.J., Wang S.S., Ren J.Q., Li G., Zhan J.P. 2015.** Progress on plant endophyte. *Current Biotechnology* 5: 425–428. <https://doi.org/10.3969/j.issn.2095-2341.2015.06.04>
- Herbario CICY. 2010.** *Flora digital: Península de Yucatán*. Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. <http://www.cicy.mx/sitios/flora%20digital/> (consultado 10 enero 2025)
- Durán R., García G. 2010.** Distribución espacial de la vegetación. En: Durán R., Méndez M. (Eds.) *Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán*, pp.131-135. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA.
- Guadarrama P., Salinas-Peba L., Chiappa-Carrara X., Ramos-Zapata J. 2018.** Florística, composición y estructura de las comunidades vegetales de la porción occidental de la Reserva Estatal Ciénegas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 89(3): 784–805. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2018.3.1746>
- Hyde K.D., Xu J.C., Rapior S., Jeewon R., Lumyong S., et al. 2019.** The amazing potential of fungi: 50 ways we can exploit fungi industrially. *Fungal Diversity* 97:1–136. <https://doi.org/10.1007/s13225-019-00430-9>
- Morrone, J.J. 2005.** Toward a synthesis of Mexican biogeography. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 76: 207–252. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2005.002.303>.
- Morrone, J.J. 2024.** On the biogeographic regionalization of the Yucatán Peninsula: a nomenclatural review. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 95: e95101. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2024.95.5278>
- Odelade K.A., Babalola O.O. 2019.** Bacteria, fungi and archaea domains in rhizospheric soil and their effects in enhancing agricultural productivity. *Inter-*

*national Journal of Environmental Research and Public Health* 16(20): 3873.

<https://doi.org/10.3390/ijerph16203873>

**Reyes P.E., Pinzon J.P., Valenzuela R., Raymundo T., Tun-Garrido J., García-Sandoval R. 2024.** Two new species and a new record of Hypoxylaceae (Xylariales, Ascomycota) from Mexico. *MycKeys* 111: 111–127.

<https://doi.org/10.3897/mycokeys.111.133046>

**Reyes P.E., Pinzón J.P., Valenzuela R., Raymundo T., Tun-Garrido J. 2025.** Taxonomic revision of the Hypoxylaceae (Ascomycota, Xylariales) from the Yucatan Peninsula biotic province, Mexico. *Check List* 21: 347-367. <https://doi.org/10.15560/21.2.347>

**Rzedowski J. 1978.** Vegetación de México. Limusa. D.F, México. 432 pp.

**Wanasinghe D.N., Ren G.-C., Xu J.-C., Cheewangkoon R., Mortimer P.E. 2022.** Insight into the taxonomic resolution of the pleosporalean species associated with dead woody litter in natural forests from Yunnan, China. *Journal of Fungi* 8(4): 375.

<https://doi.org/10.3390/jof8040375>

**Wrzosek M., Ruskiewicz-Michalska M., Sikora K., Damszel M., Sierota Z. 2017.** The plasticity of fungal interactions. *Mycological Progress* 16:101-108.

<https://doi.org/10.1007/s11557-016-1257-x>

## Glosario

**Anidamiento ponderado (NODF):** métrica que evalúa si la red se estructura de manera ordenada y jerárquica, donde las asociaciones de especies con pocas interacciones tienden a estar contenidas dentro de las de especies más generalistas. Se denomina ponderado porque incorpora la intensidad de las interacciones entre plantas y hongos endófitos, no solo su presencia o ausencia.

**Conectancia (C):** es la proporción de interacciones observadas en la red respecto al total de las interacciones posibles entre plantas y hongos endófitos. Indica el grado de densidad o completitud de las asociaciones dentro de la comunidad.

**Especialización ( $H_2'$ ):** métrica que estima el grado en que las interacciones entre plantas y hongos endófitos son exclusivas (i.e., qué tan selectivas son las especies en sus asociaciones dentro de la red)

**Interacción:** vínculo que conecta dos especies en la red, representando una relación ecológica específica (e.g. planta-hongo endófito)

**Modularidad (Q):** métrica que mide el grado en que una red se organiza en módulos o subgrupos de especies (plantas y hongos endófitos) que interactúan más entre sí que con el resto de la red.

**Red de interacción:** es una representación de la relación que se establecen entre diferentes especies de una comunidad. Donde los nodos son las especies y los enlaces son las interacciones que las conectan (e.g. planta-hongo endófito; fig. 3).

| Especie de planta                 | Familia      | Código | Especie de hongo                   | Código |
|-----------------------------------|--------------|--------|------------------------------------|--------|
| <i>Vachellia pennatula</i>        | Fabaceae     | Acpe   | <i>Annulohypoxyton fusisporum</i>  | Anfu   |
| <i>Senegalia</i> sp.              | Fabaceae     | Acsp   | <i>Annulohypoxyton nitens</i>      | Anni   |
| <i>Alseis yucatanensis</i>        | Rubiaceae    | Alyu   | <i>Daldinia eschscholtzii</i>      | Daes   |
| <i>Brosimum alicastrum</i>        | Moraceae     | Bral   | <i>Hypomontagnella monticulosa</i> | Hymo   |
| <i>Bursera simaruba</i>           | Burseraceae  | Busi   | <i>Hypoxyton bellicolor</i>        | Hybe   |
| <i>Caesalpinia gaumeri</i>        | Fabaceae     | Caga   | <i>Hypoxyton cinnabarinum</i>      | Hyci   |
| <i>Coccoloba cozumelensis</i>     | Polygonaceae | Coco   | <i>Hypoxyton fendleri</i>          | Hyfe   |
| <i>Conocarpus erectus</i>         | Combretaceae | Coer   | <i>Hypoxyton jacklitschii</i>      | Hyja   |
| <i>Diospyros anisandra</i>        | Ebenaceae    | Dian   | <i>Hypoxyton haematostroma</i>     | Hyha   |
| <i>Diospyros tetrasperma</i>      | Ebenaceae    | Dicu   | <i>Hypoxyton lenormandii</i>       | Hyle   |
| <i>Ehretia tinifolia</i>          | Boraginaceae | Ehti   | <i>Hypoxyton lividipigmentum</i>   | Hyli   |
| <i>Gymnopodium floribundum</i>    | Polygonaceae | Gyfl   | <i>Hypoxyton perforatum</i>        | Hype   |
| <i>Hampea trilobata</i>           | Malvaceae    | Hatr   | <i>Hypoxyton subgilvum</i>         | Hysub  |
| <i>Leucaena leucocephala</i>      | Fabaceae     | Lele   | <i>Hypoxyton subrutulum</i>        | Hysubr |
| <i>Lonchocarpus</i> sp.           | Fabaceae     | Losp   | <i>Hypoxyton xmatkuilense</i>      | Hyxm   |
| <i>Lonchocarpus rugosus</i>       | Fabaceae     | Loru   |                                    |        |
| <i>Lysiloma latisiliquum</i>      | Fabaceae     | Lyla   |                                    |        |
| <i>Mimosa bahamensis</i>          | Fabaceae     | Miba   |                                    |        |
| <i>Neomillspaughia emarginata</i> | Polygonaceae | Neem   |                                    |        |
| <i>Piper amalago</i>              | Piperaceae   | Piam   |                                    |        |
| <i>Piscidia piscipula</i>         | Fabaceae     | Pipi   |                                    |        |
| <i>Pithecellobium keyense</i>     | Fabaceae     | Pike   |                                    |        |
| <i>Pithecellobium unguis-cati</i> | Fabaceae     | Piun   |                                    |        |
| <i>Randia longiloba</i>           | Rubiaceae    | Ralo   |                                    |        |
| <i>Semialarium mexicanum</i>      | Celastraceae | Seme   |                                    |        |
| <i>Senegalia gaumeri</i>          | Fabaceae     | Sega   |                                    |        |
| <i>Senna atomaria</i>             | Fabaceae     | Seat   |                                    |        |
| <i>Trichilia minutiflora</i>      | Meliaceae    | Trmi   |                                    |        |
| <i>Vitex gaumeri</i>              | Lamiaceae    | Viga   |                                    |        |

**Anexo.** Listado de especies de hongos endófitos (familia Hypoxylaceae) y sus hospederos (plantas) registrados en la península de Yucatán con sus respectiva familia y código.

# Plantas medicinales y saberes ancestrales: la tradición p̄jyɛkək̄j́ en el Estado de México

Daylan Ruperto-Castillo <sup>1</sup>, Jonás Álvarez-Lopezello <sup>1</sup>, Marco Antonio Vásquez-Dávila <sup>2</sup>, Gladys Isabel Manzanero-Medina <sup>3</sup>, Yuriana Gómez-Ortiz <sup>1</sup> y Joel Pedraza-Mandujano <sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Intercultural del Estado de México. Libramiento Francisco Villa s/n, San Felipe del Progreso, 52060, Estado de México, México.

<sup>2</sup>Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca. Santa Cruz Xoxocotlán, 71233, Oaxaca, México.

<sup>3</sup>Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR-Oaxaca. Santa Cruz Xoxocotlán, 71230, Oaxaca, México.  
[\\*jonas.alvarez@uiem.edu.mx](mailto:jonas.alvarez@uiem.edu.mx)

## Resumen

A lo largo de milenios, las comunidades indígenas y rurales han utilizado plantas para tratar diversas enfermedades, desarrollando un saber transmitido oralmente y por la práctica. En los territorios de los p̄jyɛkək̄j́ (tlahuicas) en el Estado de México, persisten diversas aplicaciones terapéuticas de plantas, desde tratamientos para malestares comunes hasta rituales que refuerzan la identidad colectiva. No obstante, la pérdida del idioma y la influencia de la medicina alópata amenazan este legado. Integrar conocimientos tradicionales con enfoques científicos modernos es crucial para documentar, revalorizar y preservar este valioso patrimonio biocultural.

**Palabras clave:** Biodiversidad, conservación, cultura, etnobotánica, p̄jyɛkək̄j́.

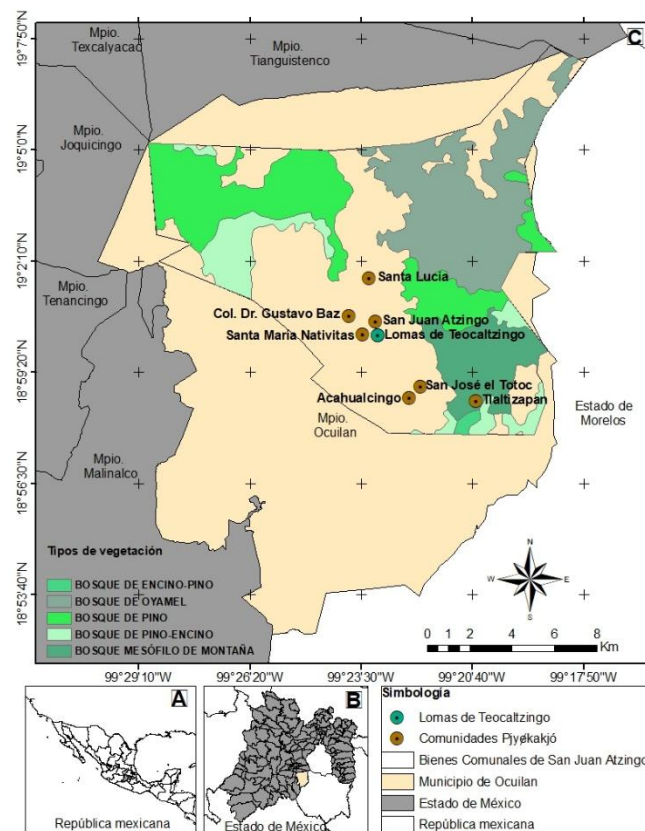
Las plantas medicinales han sido utilizadas durante milenios por comunidades indígenas y rurales, especialmente aquellas situadas en zonas boscosas, para tratar diversas enfermedades gracias a sus compuestos naturales (Sabini *et al.* 2019). Este uso continuo ha dado lugar a una gran riqueza de saberes y sistemas de manejo del entorno natural, conocimiento que hoy se reconoce como tradicional. Estos saberes abarcan un conjunto de conocimientos, innovaciones y experiencias acumuladas a lo largo del tiempo, adaptadas a la cultura y al entorno local, y transmitidas de generación en generación de forma oral, práctica y, en algunos casos, escrita.

En la comunidad p̄jyɛkək̄j́ el conocimiento tradicional sobre plantas medicinales representa un pilar fundamental de su identidad cultural y su relación con el entorno. A lo largo de generaciones, este saber ha permitido el tratamiento de diversas enfer-

medades con recursos naturales accesibles, fortaleciendo y promoviendo un uso sostenible de la biodiversidad local. Además, este conocimiento forma parte de una cosmovisión que concibe las plantas no sólo como remedios, sino como elementos sagrados vinculados a la vida y al equilibrio con la naturaleza. Este saber se transmite generalmente dentro del núcleo familiar, de madre a hija o a través de personas adultas encargadas de recolectar e identificar plantas medicinales para tratar diversos padecimientos (Raymundo 2024). Sin embargo, la transmisión de este saber a las nuevas generaciones enfrenta serios desafíos. La migración y el desinterés de los jóvenes han reducido su contacto con los mayores, quienes tradicionalmente han sido los guardianes de este conocimiento. Asimismo, la creciente influencia de la medicina alópata ha llevado a muchos habitantes a optar por fármacos comerciales en lugar de remedios tradicionales, disminuyendo así el interés por aprender sobre las plantas medicinales. La pérdida progresiva de la lengua p̄j̄k̄k̄j̄, en la que se transmiten los nombres y propiedades de estas plantas, también ha contribuido a la ruptura intergeneracional del conocimiento.

Un ejemplo destacado de este conocimiento se encuentra en los pueblos originarios p̄j̄k̄k̄j̄, también conocidos como tlahuicas, quienes han conservado una profunda relación con su entorno natural. Estos pueblos tienen su hogar ancestral entre cerros, bosques y llanos del Estado de México. En el territorio de Bienes Comunes de San Juan Atzingo, actualmente en trámite para ser reconocido como municipio independiente, se agrupan diversas comunidades p̄j̄k̄k̄j̄, como San Juan Atzingo, Lomas de Teocaltzingo, Santa María Nativitas, La colonia Gustavo Baz, Santa Lucía, San José el Tótoc, Acahualtzingo y Tlaltizapán (Encarnación 2023) (Fig. 1). P̄j̄k̄k̄j̄ significa en español "lo que somos, lo que hablamos" (Martínez 2012). Sin embargo, la lengua se encuentra en peligro de desaparecer, principalmente al reducido número de hablantes y a procesos históricos de opresión social y cultural que han marginado su uso, provocando que algunos

grupos de la población — particularmente a las generaciones jóvenes— abandonen el uso de la lengua, así como la interiorización de estigmas asociados en su empleo (Muntzel & González 2017).



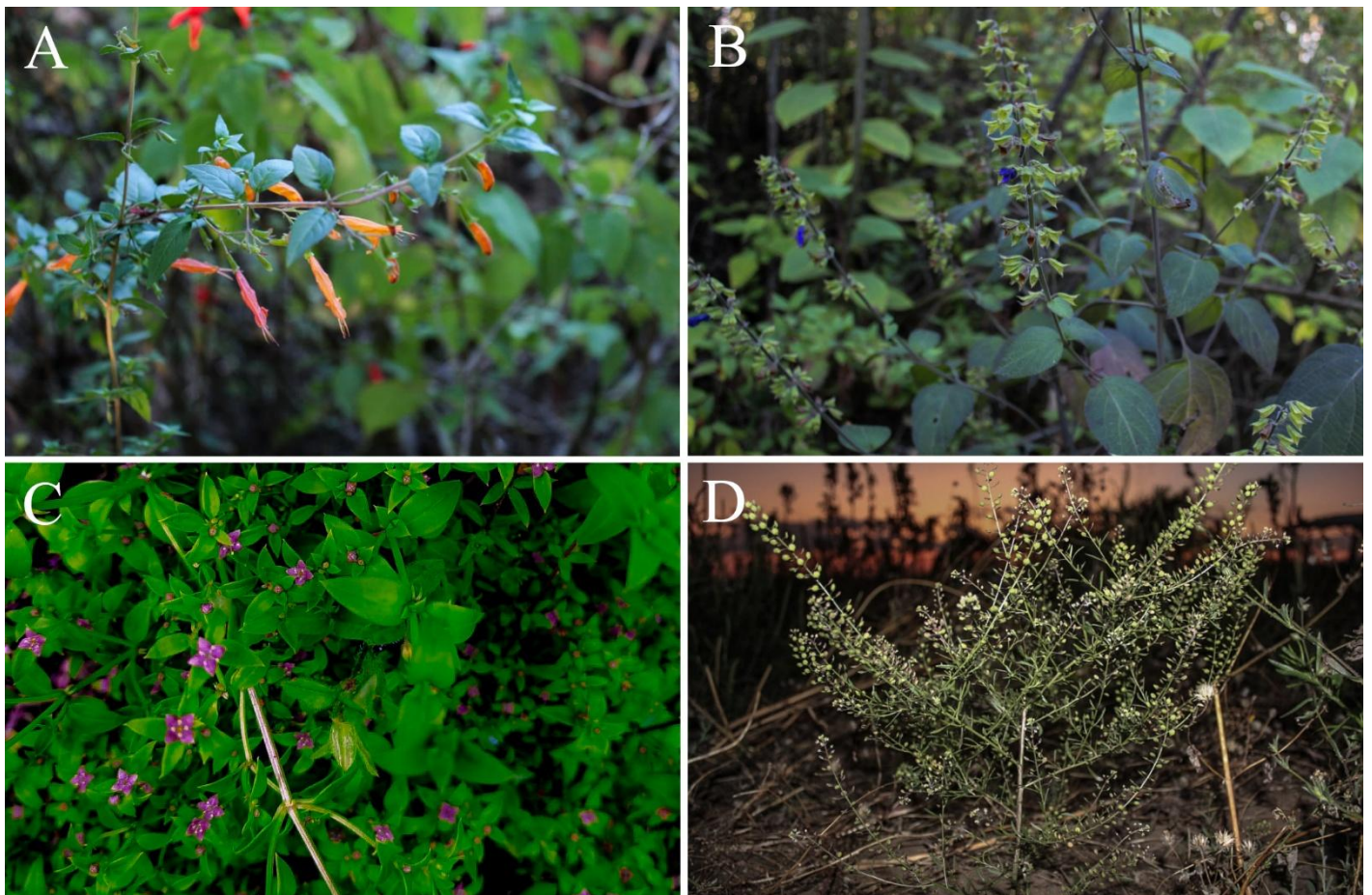
**Figura 1.** Localidades p̄j̄k̄k̄j̄ dentro del territorio de Bienes Comunes de San Juan Atzingo, municipio de Ocuilán, Estado de México (Elaborado por Daylan Ruperto Castillo)

Dentro de este contexto cultural y ecológico, los p̄j̄k̄k̄j̄ han conservado un profundo conocimiento tradicional sobre su entorno y sus recursos florísticos. En las comunidades de Lomas de Teocaltzingo y San Juan Atzingo se han identificado y utilizado alrededor de 287 especies de plantas perennes, principalmente con fines ornamentales (58 %), medicinales (21 %) y alimenticios (19 %). Estas plantas crecen en huertos y bosques locales (Cano-Ramírez *et al.* 2012). De estas especies, 97 se utilizan con fines medicinales, de las cuales el 54 % son nativas de sus ecosistemas, el 6 % son nativas del país y el 40 % son exóticas (Cano-Ramírez *et al.* 2016). Estas plantas se emplean para tratar al menos 25 malestares comunes, como problemas gastrointestinales, afecciones dermatológicas y el espanto, un pa-

decimiento de naturaleza cultural que es común principalmente en niños, generalmente como consecuencia de ser "regañados o golpeados" (Cano-Ramírez *et al.* 2016).

El Estado de México, tiene una biodiversidad que incluye más de 3,924 especies de plantas nativas registradas (Martínez de la Cruz *et al.* 2018). Dentro de este entorno, las comunidades p̄jyɛkakj́o destacan por su conocimiento sobre especies locales. Entre las especies más destacadas de la región p̄jyɛkakj́o se encuentra la mejorana (*Clinopodium macrostema* (Moc. & Sessé ex Benth.) Kuntze, conocida en p̄jyɛkakj́o como mejorana), utilizada para tratar infecciones intestinales, padecimientos estomacales, resfriados y para aliviar la resaca después del consumo de bebidas alcohólicas (Sabino & Moreno 2014); esta planta crece en los bosques mixtos de

pino-encino y oyamel (*Abies religiosa* Kunth Schtdl. & Cham.) y es recolectada de manera silvestre durante la búsqueda de hongos comestibles, siendo identificada por su peculiar aroma (Ortega-Ortega & Vázquez-García 2014). Otra planta destacada es la chía morada (*Salvia mexicana* L., conocida en p̄jyɛkakj́o como xichilindy) utilizada para aliviar dolores estomacales, tratar irritaciones de la piel y realizar limpiezas de purificación en situaciones relacionadas con creencias espirituales (Cano-Ramírez 2013). El trébol (*Didymaea mexicana* Hook. f., conocida en p̄jyɛkakj́o como ndobui), es también utilizado para aliviar dolores de cabeza, mareos, tos y malestares estomacales (Ruperto 2021) mientras que la lentejilla (*Lepidium virginicum* L., conocida en p̄jyɛkakj́o como ndoxindami) se emplea para tratar padecimientos como la gastritis, diarrea e inflamaciones (Sabino & Moreno 2014) (Fig. 2).



**Figura 2.** Plantas medicinales utilizadas por los p̄jyɛkakj́o. **A.** Mejorana (*Satureja macrostema*). **B.** Chia morada (*Salvia mexicana*). **C.** Trébol (*Didymanea mexicana*). **D.** Lentejilla (*Lepidium virginicum*). (Fotografías: Daylan Ruperto Castillo).

Las preparaciones a base de estas plantas incluyen infusiones, maceraciones, secados y combinaciones con otras especies, adaptándose al tratamiento requerido (Sabino & Moreno 2014, Raymundo 2024). Generalmente, se utilizan las hojas, aunque en algunos casos se incorporan otras partes de la planta, excluyendo las raíces (Aldasoro 2012, Cano-Ramírez *et al.* 2016, Raymundo 2024). Además de sus aplicaciones medicinales, este conocimiento se extiende a rituales y celebraciones comunitarias. Por ejemplo, el cempasúchil (*Tagetes erecta* L., conocida en p̄jyɛkakj́o como xixñundyɛɛ) se utiliza en el ceremonial de intercambio de mayordomos (Fig. 3) y en el festival del Quinto Sol, celebrado en marzo, que reúne a diversos grupos originarios del Estado de México.



**Figura 3.** Utilización de cempasúchil como símbolo de intercambio de mayordomos en la comunidad p̄jyɛkakj́o de Lomas de Teocaltzingo (Fotografía: Daylan Ruperto Castillo).

La recolección de plantas medicinales se lleva a cabo siguiendo los ciclos naturales y las prácticas tradicionales de los miembros de la comunidad. Un ejemplo de ello ocurre durante la temporada de lluvias, entre los meses de junio y agosto, cuando se llevan a cabo las prácticas de recolección de hongos comestibles. En esta época, también se recolectan plantas medicinales como la hierba del sapo (*Eryngium carlinae* F. Delaroché, conocida en p̄jyɛkakj́o como xitja nsapu); la jara (*Barkleyanthus salicifolius* (Kunth) H. Rob. & Brettell, conocida en p̄jyɛkakj́o como xitsaality); el chichicastle (*Urtica dioica* L., co-

nocida en p̄jyɛkakj́o como nmuxe), entre otras, utilizadas para tratar diversos padecimientos. Además, en la cosecha del maíz (*Zea mays* L., conocido en p̄jyɛkakj́o como ndatju), se guardan los cabellitos de maíz para el tratamiento de problemas renales y urinarios, práctica que se lleva a cabo principalmente durante la temporada de secas, en el mes de diciembre. Algunas especies silvestres y que se encuentran presentes todo el año en la comunidad son el tepozán (*Buddleja cordata* Kunth., conocido en p̄jyɛkakj́o como ximtsipy); el cedro (*Hesperocyparis lusitánica* (Mill.) Bartel, conocido en p̄jyɛkakj́o como ndzatsi); el epazote (*Dysphania ambrosioides* (L.) Mosyakin & Clemants, conocido en p̄jyɛkakj́o como nxinkuly); la lengua de vaca (*Rumex crispus* L., conocida en p̄jyɛkakj́o como xinma); la ruda (*Ruta graveolens* L. conocida en p̄jyɛkakj́o como nluta) y la hierba de la clín (*Ageratina rivalis* (Greenm.) R.M. King & H. Rob., conocida en p̄jyɛkakj́o como xitja nde la kli), las cuales se utilizan de manera constante para diversos fines (Carreño 2016).

La realización de estudios bioquímicos es fundamental para comprender la composición y los efectos de las plantas medicinales, lo que beneficia tanto a la ciencia como a las comunidades que las utilizan. Un estudio realizado por Díaz-Román *et al.* (2024) fue que exploraron las propiedades bioquímicas y farmacológicas de especies como la cabeza de gorrión (*Castilleja arvensis* (Greenm.) R.M. King & H. Rob., conocida en p̄jyɛkakj́o como ndobondyɛ) (Fig. 4), utilizada en el tratamiento de diversas afecciones y como cicatrizante del pie diabético.

Este tipo de investigación valida los componentes químicos que posee cada planta medicinal, respaldando la eficacia de estas plantas y promoviendo su reconocimiento dentro de los sistemas de salud. En el caso de los p̄jyɛkakj́o de Lomas de Teocaltzingo, los estudios bioquímicos pueden contribuir a la revalorización de su medicina tradicional y a la conservación de su identidad cultural.

Frente a los desafíos ambientales contemporáneos, los p̄jyɛkakj́o están liderando iniciativas de conser-

vación que combinan saberes ancestrales con enfoques científicos modernos. Estas iniciativas se basan en prácticas de silvicultura indígena que incluyen reforestaciones, creación de brechas cortafuego, manejo sostenible del suelo y la producción de árboles forestales en viveros comunitarios (Núñez 2024). Al colaborar con científicos y organizaciones ambientales, estas iniciativas contribuyen a restaurar hábitats degradados que garantizan la regeneración de especies de plantas medicinales fortaleciendo su disponibilidad a largo plazo. Al mismo tiempo, estas prácticas favorecen en la transmisión del conocimiento tradicional asociado al manejo y recolección de dichas plantas, consolidando la conservación de la biodiversidad y la cultura local.



**Figura 4.** Cabeza de gorrión (*Castilleja arvensis*) como planta medicinal para el tratamiento de diversas afecciones y como cicatrizante del pie diabético (Fotografía: Daylan Ruperto Castillo).

Para evitar la desaparición de este valioso legado, es de suma importancia fomentar estrategias como la creación de un herbario comunitario, talleres y prácticas sustentables en la recolección de ejemplares, con el fin de fortalecer la enseñanza y valoración intergeneracional de la medicina tradicional dentro de la comunidad. La documentación rigurosa del uso tradicional de las plantas medicinales es crucial para garantizar su conservación y difusión, de modo que las futuras generaciones sigan reconociendo el valor de las plantas medicinales y su importancia dentro de la cultura p̄j̄ekakj̄ó.

## Referencias

- Aldasoro M.E.M. 2012.** Documenting and contextualizing p̄j̄ekakj̄ó (tlahuica) knowledges through a collaborative research project. Tesis Doctorado, University of Washington.
- Cano-Ramírez M. 2013.** Impacto de la migración en el manejo de los recursos naturales: Los huertos familiares de la comunidad indígena de San Juan Atzingo, México. Tesis Doctorado, Centro de Investigaciones en Ecosistemas Ecología y Manejo Integral de Ecosistemas, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Cano-Ramírez M., de la Tejera B.D., Casas A., Salazar L., García-Barrios R. 2012.** Migración rural y huertos familiares en una comunidad indígena del centro de México. *Botanical Sciences* 90(3): 287-304. <https://doi.org/10.17129/botsci.391>
- Cano-Ramírez M., de la Tejera B., Casas A., García-Barrios R. 2016.** Conocimiento de las mujeres sobre plantas medicinales de los huertos familiares en comunidades tlahuicas migrantes del Estado de México. *Revibec: revista iberoamericana de economía ecológica* 25: 81-94. [http://www.redibec.org/IVO/rev25\\_06.pdf](http://www.redibec.org/IVO/rev25_06.pdf)
- Carreño Hidalgo P.C. 2016.** La etnobotánica y su importancia como herramienta para la articulación entre conocimientos ancestrales y científicos. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias y Educación, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia.
- Díaz-Román M.A., Acevedo-Fernández J.J., Ávila-Villareal G., Negrete-León E., Aguilar-Guadarrama A.B. 2024.** Phytochemical analysis and antihyperglycemic activity of *Castilleja arvensis*. *Fitoterapia* 174: 105839. <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2024.105839>
- Encarnación-Álvarez X. 2023.** Lo que yo soy: los elementos de alto valor simbólico, base de la identidad p̄j̄ekakj̄ó/tlahuica. Tesis Licenciatura, Facultad de Antropología, Universidad Autónoma del Estado de México, México.
- Martínez-Ortega A.P. 2012.** Clases verbales, transitividad y valencia verbal en p̄j̄ekakj̄ó, tlahuica de San Juan Atzingo. Tesis Doctorado, Centro de Estudios

Lingüísticos y Literarios. El Colegio de México, México.

**Martínez de la Cruz I., Villaseñor J.L., Aguilera Gómez L.I., Rubí Arriaga M. 2018.** Angiospermas nativas documentadas en la literatura para el Estado de México, México. *Acta Botánica Mexicana* 124: 135-217.  
<https://doi.org/10.21829/abm124.2018.1273>

**Muntzel M.C., González N.N. 2017.** *Tlahuica de San Juan Atzingo, Ocuilan, Estado de México*. Ciudad de México. El Colegio de México, México. 292 pp.  
[https://cell.colmex.mx/archivos/QWxpbQog-MzYKZG9jdW1lbnRv/36\\_tlahuica-de-san-juan-atzingo.pdf](https://cell.colmex.mx/archivos/QWxpbQog-MzYKZG9jdW1lbnRv/36_tlahuica-de-san-juan-atzingo.pdf)

**Núñez A. 2024.** Impulso Tripartito Para la Conservación de Bosques en Edomex. Coneme, comunicado de prensa 16 de enero de 2024.  
<https://coneme.com.mx/2024/01/impulso-tripartito-para-la-conservacion-de-bosques-en-edomex> (Consultado el 29 de enero de 2026).

**Ortega-Ortega T., Vázquez-García V. 2014.** *Satureja macrostema*: Situación ambiental, conocimiento local y roles de género. *Madera y Bosques* 20(2): 71-86.  
<https://doi.org/10.21829/myb.2014.202165>

**Raymundo L. S. 2024.** Mujeres p̄j̄ekakjo y remedios caseros. *Revista Inclusiones* 11(2): 208-24.  
<https://doi.org/10.58210/fprc3543>

**Ruperto D. C. 2021.** Propagación *in vitro* de *Didymaea mexicana* Hook (trébol) para su conservación biocultural en dos comunidades tlahuicas del Estado de México. Tesis de Licenciatura, División de Desarrollo Sustentable, Universidad Intercultural del Estado de México, México.

**Sabini M.C., Menis FC., Beoletto V.G., Reinoso E.B., Oliva M.M. 2019.** Historia de las plantas medicinales. En: Reinoso *et al.* (eds.) *Una farmacia en el monte*. Pp. 11-20. Ministerio de Ciencia y Tecnología de la provincia de Córdoba, Argentina.  
<https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/126065>

**Sabino M.P., Moreno R.C. 2014.** Kiyaja ñeteyendy. Remedios de antes. Instituto Nacional de las Lenguas Indígenas. 6 p.

# La flora exótica de la península de Yucatán, México

José Luis Villaseñor

Departamento de Botánica, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Tercer circuito exterior S/N, Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, Ciudad de México, México.

\*[vrios@ib.unam.mx](mailto:vrios@ib.unam.mx)

## Resumen

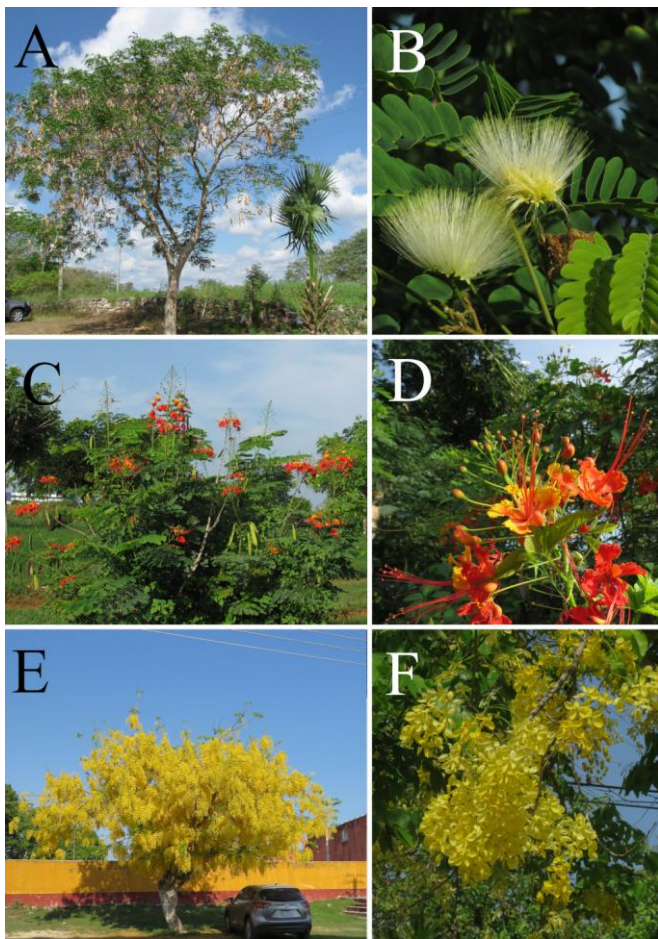
Las plantas exóticas son aquellas que se establecen de manera natural en una región no nativa y que con el paso del tiempo se pueden volver invasoras y ocasionar daños al ambiente o a las actividades humanas. Ya establecidas fuera del control humano, pasan a formar parte del conjunto de especies que constituyen la flora de la región. Se presenta un resumen del conocimiento sobre la flora exótica de la península de Yucatán, como el preámbulo de un análisis más detallado sobre la distribución taxonómica y geográfica a lo largo de los estados que constituyen la península.

**Palabras clave:** Invasoras, inventario florístico, naturalizadas, plantas vasculares.

Una especie exótica es la que ha sido transportada, de manera natural o por las actividades humanas de una región a otra (Richardson *et al.* 2000). Muchas especies no nativas (exóticas) son introducidas al país de manera consciente o inconsciente. Las corrientes aéreas o marítimas, por ejemplo, arrastran semillas o diásporas de plantas de un lugar a otro, a veces cruzando continentes. Más recientemente, las actividades humanas, como el comercio o el turismo, han ocasionado el transporte

de muchas especies. Otras veces la introducción se hace a propósito, con el fin de satisfacer necesidades humanas. Algunos ejemplos son bastante antiguos, como la introducción desde Sudamérica del pirul (*Schinus molle* L.) en el siglo XVI o más recientemente el zacate rosado (*Melinis repens* (Willd.) Zizka), introducido en la década de los 30 desde África (Espinosa-García & Villaseñor 2017). La introducción de especies vegetales obedece principalmente a factores como, por ejemplo, su atractivo como planta ornamental (p. ej., el acanto *Acanthus mollis* L. o el agapanto, *Agapanthus africanus* (L.) Beauverd), por su importancia como planta medicinal (p. ej., la manzanilla, *Matricaria chamomilla* L.), como forraje (p. ej., el sorgo, *Sorghum halepense* (L.) Pers. o el zacate buffel (*Cenchrus ciliaris* L.), o comestible (p. ej., la verdolaga, *Portulaca oleracea* L.), así como para mitigar problemas ambientales, como la erosión (p. ej. el eucalipto, *Eucalyptus globulus* Labill.).

Las especies introducidas, no nativas o exóticas, son registradas en primera instancia en ambientes o ecosistemas perturbados por las actividades humanas (Fig. 1). Al principio, cuando las especies exóticas se establecen por primera vez de manera natural en su nuevo ambiente, no representan un



**Figura 1.** Algunas especies exóticas en Yucatán. *Albizia lebeck*, **A.** Planta. **B.** Flores. *Caesalpinia pulcherrima*, **C.** Planta. **D.** Flores; *Cassia fistula*, **E.** Planta. **F.** Inflorescencia.

problema. La mayoría comienza su adaptación en ambientes ruderales (*i.e.* áreas perturbadas o alteradas por la actividad humana), con poco estrés por la competencia con especies nativas, convirtiéndose en naturalizadas. Sin embargo, con el tiempo van ampliando su distribución y su número de poblaciones, y es cuando se considera que su potencial conversión en especies invasoras es una seria amenaza a la biodiversidad nativa y a muchas actividades, como la agricultura, la ganadería o el turismo. De esta forma, las especies exóticas pasan por etapas de adaptación, desde simples especies naturalizadas hasta especies invasoras, cuando ya comienzan a ocasionar daños al ambiente o a las actividades productivas. Desafortunadamente, poco se sabe de cuáles y cuántas especies exóticas

se convertirán en invasoras (Rejmánek 1995); una especie considerada invasora en un país o región, no necesariamente lo es en otro, aun cuando se le registre como exótica.

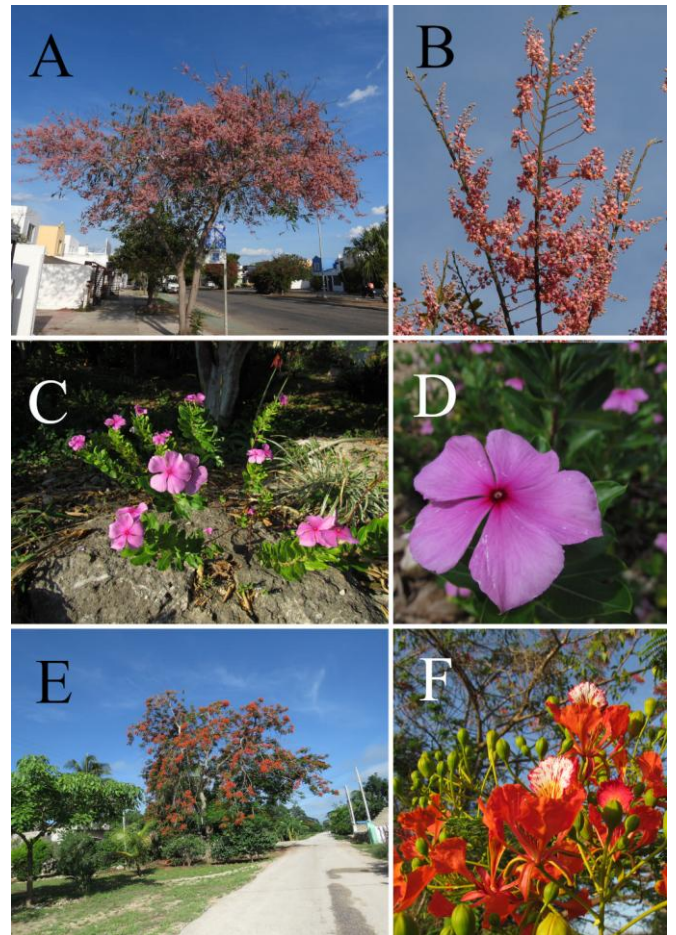
El control y manejo de especies exóticas requiere de un buen conocimiento sobre su identidad taxonómica, su distribución geográfica, así como de su centro de origen. Poder identificarlas es prioritario para conocer su riesgo potencial; después, saber cómo se distribuye permitirá conocer su comportamiento y adaptabilidad en las nuevas condiciones ambientales donde crece. Finalmente, conocer su origen facilita futuros mecanismos de control, manejo o erradicación. Por esta razón, un primer acercamiento a dicho conocimiento es la integración de una lista de especies exóticas. Para México, ejemplos de esfuerzos al respecto son los de Rzedowski y Calderón (1990), Rzedowski (1993), Villaseñor y Espinosa-García (2004) o Espinosa-García y colaboradores (2009). Sin embargo, para esas fechas poco se sabía sobre su distribución geográfica o proveniencia. Desde entonces, mucha más información ha sido publicada (ver una revisión al respecto en Espinosa-García & Villaseñor 2017), además de contar con bases de datos digitalizadas y en línea que documentan la distribución geográfica de las especies con bastante precisión.

En este trabajo se presenta un balance de las especies que constituyen la flora exótica de la península de Yucatán. Los datos mostrados son el resultado de la consulta de literatura sobre inventarios florísticos en la región, así como la información almacenada en bases de datos sobre especímenes recolectados en el territorio de la península.

Recuentos recientes bajo revisión permiten estimar la flora vascular de la península en alrededor de 2,930 especies (Villaseñor, datos no publicados), cifras que están siendo revisadas por expertos en la flora regional, especialmente del Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán A.C.

(CICY). Entre los resultados preliminares de la revisión en proceso, por ejemplo, hay que excluir de este conjunto de especies alrededor de 115 que solamente se conocen como cultivadas (la mayoría de ellas exóticas, algunas de ellas ya escapadas y en proceso de naturalización). De este número, también se tienen documentadas 315 especies exóticas ya naturalizadas, que representan poco más del 9 % de la diversidad florística en la península. De ellas, 277 se registran en Campeche y Yucatán, y 235 en Quintana Roo. Cada especie cuenta con al menos un registro en bases de datos que documentan haber sido recolectada en el territorio de la península. Entre algunas de las especies exóticas ampliamente distribuidas en la península se pueden citar al flamboyán (*Delonix regia* (Bojer ex Hook.) Raf. (Fabaceae), la vicaria (*Catharanthus roseus* (L.) G. Don (Apocynaceae), y la cañafistola (*Cassia grandis* L.f.) (Fabaceae) (Fig. 2). En contraste, 36 especies solamente se registran de un solo estado, 17 en Campeche, cinco en Quintana Roo y 14 en Yucatán. Probablemente con la información disponible ahora, será posible ampliar el conocimiento de la distribución de estas especies exóticas y su región de origen.

Aunque se tienen cifras más precisas sobre el número de especies exóticas y su distribución por estado, poco se sabe acerca de cuántas de ellas se conocen solo como plantas cultivadas (principalmente como ornamentales en los centros turísticos), cuántas ya han comenzado su etapa de naturalización y cuántas ya podrían ser consideradas potenciales invasoras en la península. Una revisión crítica del número y composición de especies seguramente revelará cuáles de ellas son cultivadas y cuáles ya han pasado a la etapa de naturalización con poblaciones establecidas y seguramente en fase de dispersión a lo largo del territorio. Una primera aproximación en este sentido, aunque no en focada a la península, fue realizada por Ramírez-Albores y Badano (2021), quienes reportan 2,664



**Figura 2.** Ejemplo de algunas especies exóticas presentes en la Península de Yucatán, México. *Cassia grandis*, **A.** Planta. **B.** Inflorescencia; *Catharanthus roseus*, **C.** Planta. **D.** Flor; *Delonix regia*, **E.** Planta. **F.** Flores.

especies exóticas en México y proporcionan información sobre su condición de cultivada, naturalizada o invasora. Muchos de sus reportes provienen de ciencia ciudadana (iNaturalistMX), que no necesariamente está documentada con un ejemplar de respaldo en las colecciones científicas. Pero todas esas fuentes son la base para comenzar la revisión crítica de la flora exótica de la península, lo que permitirá en un futuro cercano contar con el cuerpo de información necesario para el eventual control y manejo de este importante reservorio de diversidad que, aunque no nativo, ya forma parte del paisaje en la península.

Conocer cuáles especies ya están, como naturalizadas, conviviendo con la flora nativa, permitirá sa-

ber el impacto de este componente sobre la flora nativa. Estar al tanto de cómo se distribuyen permitirá contar con información sobre los tipos de vegetación o cultivos donde se encuentran y si son aprovechados de alguna manera por las comunidades rurales. Todo este conjunto de información permitirá sin lugar a dudas llevar a cabo eficientes programas de manejo y control de esta flora exótica, especialmente de aquellas que se consideren con potencial capacidad de convertirse en invasoras.

### Agradecimientos

Agradezco a Patricia Magaña, del Instituto de Biología, UNAM, la lectura crítica del manuscrito y sus valiosos comentarios. Se agradece igualmente a Rodrigo Duno y Alfredo Dorantes Euan por la donación de las imágenes.

### Referencias

- Espinosa-García F.J., Villaseñor J.L., Vibrans H. 2009.** Biodiversity, distribution, and possible impacts of exotic weeds in Mexico. En: VanDevender T., Espinosa-García F.J., Harper-Lore B.L., Hubbard T. (eds.) *Invasive plants on the move. Controlling them in North America*, pp. 43–52. Arizona-Sonora Desert Museum, Tucson.
- Espinosa-García F.J., Villaseñor J.L. 2017.** Biodiversity, distribution, ecology, and management of non-

native weeds in Mexico: a review. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 88: 76-96.  
<https://doi.org/10.1016/j.rmb.2017.10.010>

**Ramírez-Albores J.E., Badano E.I. 2021.** Alien species as counterpart of a megadiverse country as Mexico. *Management of Biological Invasions* 12(4): 1-18.  
<https://doi.org/10.3391/mbi.2021.12.4.04>

**Rejmánek, M. 1995.** What makes a species invasive? En: Pysek M., Prach M., Rejmánek M., Wade M. (eds.) *Plant invasions: general aspects and special problems*. Pp. 3–14. SPB Academic Publishing, Amsterdam.

**Richardson D.M., Pysek P., Rejmánek M., Barbour M.G., Panetta F.D., West C.J. 2000.** Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. *Diversity and Distributions* 6: 93–107.  
<https://doi.org/10.1046/j.1472-4642.2000.00083.x>

**Rzedowski, J. 1993.** El papel de la familia Compositae en la flora sinantrópica de México. *Fragmenta Floristica et Geobotánica* Sup2(1): 123–138.

**Rzedowski, J., Calderón de R., G. 1990.** Nota sobre el elemento africano en la flora adventicia de México. *Acta Botanica Mexicana* 12: 21–24.  
<https://doi.org/10.21829/abm12.1990.602>

**Villaseñor, J.L., Espinosa-García, F.J. 2004.** The alien flowering plants of Mexico. *Diversity and distributions* 10(2): 113-123.  
<https://doi.org/10.1111/j.1366-9516.2004.00059.x>

## Próximo número

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

### Composición de cuatro flores comestibles de Oaxaca, una fuente tradicional alimentaria con potencial preventivo de enfermedades no transmisibles

Rubí Marcos-Gómez, Mónica Lilian Pérez-Ochoa, Araceli Minerva Vera-Guzmán y José Luis Chávez-Servia

Resumen: Las flores comestibles son parte de la gastronomía oaxaqueña y, desde tiempos precolombinos, son parte de la cultura y tradición alimentaria de los pueblos originarios quienes recrean la historia de consumo, frescas o cocidas. Se estudiaron cuatro especies de inflorescencias comestibles; *Yucca filifera* (izote), *Agave salmiana* (maguey pulquero), *Diphysa americana* (guachepil) y *Chamaedorea tepejilote* (tepejilote) para determinar sus compuestos que contribuyen a la dieta en Oaxaca. Estas inflorescencias aportan compuestos antioxidantes (polifenoles y flavonoides) y minerales esenciales. Por ejemplo, el guachepil sobresale en compuestos antioxidantes y fósforo; el izote, maguey pulquero y tepejilote son fuentes importantes de potasio, este último también aporta silicio.

### ¿Estrés en tu ensalada? La lechuga sufre y se defiende ante el estrés oxidativo

Jorge O. Gómez Castrejon, María M. Solís Oba, María de Jesús Perea Flores y Hugo Martínez Gutiérrez

La lechuga es una de las hortalizas de mayor presencia en la dieta, no solo de los mexicanos, sino a nivel mundial; se encuentra como ingrediente básico en ensaladas, tacos, tortas y diversos platillos. Además de aportar vitaminas y minerales, posee propiedades depurativas y antiinflamatorias. Sin embargo, como consecuencia del calentamiento global, esta especie enfrenta un incremento en la temperatura, mayor radiación solar, episodios de sequía y alteraciones en la disponibilidad de agua, todos estos son factores que producen estrés oxidativo y afectan su crecimiento y valor nutricional. Para contrarrestar este fenómeno, la lechuga activa sistemas antioxidantes que minimizan el daño celular. Comprender estos mecanismos permite el desarrollo de nuevas estrategias que promuevan la sostenibilidad agrícola y la seguridad alimentaria.

### Más allá de las especies: explorando las diferentes dimensiones de la diversidad biológica

Víctor A. Peña-Lara, José L. Hernández-Stefanoni, Juan M. Dupuy Rada, Germán Carnevali Fernández-Concha y Lucía Sanaphre-Villanueva

Resumen. La biodiversidad comprende la variedad de seres vivos y ecosistemas, incluyendo la diversidad dentro de las especies, entre especies y de hábitats. La diversidad entre especies puede evaluarse considerando tres dimensiones: taxonómica, funcional y filogenética. La taxonómica mide la riqueza y abundancia de especies; la funcional, sus características y roles ecológicos; y la filogenética, las relaciones evolutivas entre ellas. Estos enfoques permiten identificar especies raras o restringidas a ciertas regiones, con funciones ecológicas únicas, así como áreas prioritarias para la conservación. La biodiversidad global se ha visto reducida por diversas actividades humanas, lo que subraya la necesidad de protegerla y de realizar estudios que contribuyan a su salvaguarda.

### Ganadería a pequeña escala: reservorios de diversidad vegetal en el sureste de México

Fernando Casanova-Lugo, Justo R. Enríquez-Nolasco, Armando Escobedo-Cabrera y Gilberto Villanueva-López

Resumen. En el sureste de México, la ganadería a pequeña escala es clave para conservar la diversidad vegetal y fortalecer la resiliencia ecológica. A diferencia de los sistemas intensivos, integran árboles, arbustos y herbáceas que sirven como forraje, sombra, madera, leña, además de que mejoran el suelo y conservan saberes locales. En estados del sureste de México, estos sistemas crean paisajes multifuncionales que equilibran producción y conservación de los recursos naturales y protección del medio ambiente. Frente a amenazas como el cambio climático y la pérdida de biodiversidad, representan una alternativa sostenible para la seguridad alimentaria y el manejo biocultural del territorio.

---

## Próximo número

### Contenido de melatonina en diferentes especies: variaciones y funciones adaptativas

**Manuel Martínez Estévez, Ileana Echevarría Machado, Fátima Medina Lara y Camilo Escalante Magaña**

Resumen. La melatonina es un compuesto presente en una variedad de organismos, incluidos animales, plantas, hongos y algunas bacterias. Esta molécula ha sido ampliamente estudiada por sus propiedades antioxidantes y su papel en la regulación de los ciclos circadianos en animales. Sin embargo, su presencia en plantas y otros organismos ha despertado un interés creciente en comprender cómo varía su contenido según la especie y qué funciones desempeña en distintos contextos. Este ensayo analiza la variabilidad en el contenido de melatonina entre diferentes especies y discute las posibles razones adaptativas detrás de estas diferencias, con énfasis en las funciones que cumple la melatonina en cada organismo.