

# Confirmación del hábito endófito de *Xylaria liquidambaris* en frutos de *Liquidambar styraciflua*

## Confirmation of the endophytic habit of *Xylaria liquidambaris* in fruits of *Liquidambar styraciflua*

Rosario Medel-Ortiz<sup>1</sup>, Esther Quintero<sup>2</sup>, Leonel Zayas<sup>1</sup>, Aarón Pulido<sup>1</sup>, Naara Palestina<sup>1</sup>, Emilia Belingheri<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centro de Investigación en Micología Aplicada, Universidad Veracruzana. Médicos no. 5, Unidad del Bosque, CP 91010, Xalapa, Veracruz, México.

<sup>2</sup> Conservation International México. San Miguel Chapultepec 1, Sección Miguel Hidalgo, CP 11850, Ciudad de México, México.

### RESUMEN

**Antecedentes:** En México, se conocen 12 especies de *Xylaria* sobre frutos y semillas, *X. liquidambaris* crece sobre frutos de *Liquidambar styraciflua*. Hasta ahora, su hábito de crecimiento (endófito, saprobio o parásito) no ha sido caracterizado.

**Objetivo:** Determinar el hábito de crecimiento de *X. liquidambaris*, con el fin de ampliar la información sobre su ecología, hábitat y cultivo, para construir una discusión sobre su conservación.

**Métodos:** En época de secas se recolectaron frutos de *L. styraciflua*, en el ANP La Martinica, Banderilla, Veracruz. Los frutos se clasificaron en categorías según su estado de maduración. Porciones de los frutos, fueron procesadas para recuperar los hongos endófitos, en medios sólidos y líquidos, con y sin extractos de frutos de liquidámbar triturados.

**Resultados y conclusiones:** Se corroboró el hábito endófito de *X. liquidambaris*, la única especie recuperada en el proceso experimental. El micelio de los frutos requirió 60 días para formar estromas y el micelio cultivado en medios sólidos y líquidos 90 días. Estos resultados aportan elementos para construir una discusión que contribuya a evaluar de mejor manera su ecología y estado de conservación. La vía de infección de los frutos necesita ser estudiada a detalle.

**Palabras clave:** conservación, método de evaluación de riesgo, Xylariales

### ABSTRACT

**Background:** In Mexico, 12 species of *Xylaria* are known on fruits and seeds, *X. liquidambaris* grows on fruits of *Liquidambar styraciflua*. So far, their growth habit (endophytic, saprophytic, or parasitic) has not been characterized.

**Objective:** To determine the growth habit of *X. liquidambaris*, in order to expand information on its ecology, habitat and cultivation, in order to build a discussion on its conservation.

**Methods:** Fruits of *L. styraciflua* were collected during the dry season in the ANP La Martinica, Banderilla, Veracruz. Fruits were classified into categories according to their ripening stage. Portions of the fruits were processed to recover endophytic fungi, in solid and liquid media, with and without extracts of crushed liquid amber fruits.

**Results and conclusions:** The endophytic habit of *X. liquidambaris*, the only species recovered in the experimental process, was corroborated. Mycelium from fruits required 60 days to form stromata and mycelium grown on solid and liquid media required 90 days. These results provide elements to build a discussion that will contribute to a better evaluation of its ecology and conservation status. The route of infection of the fruits needs to be studied in detail.

**Keywords:** conservation, risk assessment method, Xylariales

### ARTICLE HISTORY

Received 07 July 2023 Accepted 07 December 2023  
On line 27 December 2023

### CORRESPONDING AUTHOR

✉ Rosario Medel-Ortiz, e-mail: romedel@uv.mx  
Orcid: 0000-0003-3351-991X

## INTRODUCTION

El género *Xylaria* Hill ex Schrank (Xylariaceae), comprende aproximadamente 300 especies, de las cuales solo el 8.3 % habitan en frutos y semillas (Ju et al. 2018). Tanto la familia como el género son de amplia distribución y están más documentados en las regiones tropicales y subtropicales (Van der Gutch 1995, Whalley 1996, Rogers, 2000). Colonizan sustratos variados: restos de madera muerta de angiospermas y gimnospermas, hojas caídas, nidos de termitas y hormigas, semillas y frutos caídos (Ju et al. 2018).

Las especies que crecen en frutos y semillas están poco estudiadas, solo 25 especies se han citado de estos sustratos (Ju et al. 2018); y se ha señalado que son específicas a sus hospederos. Sobre la manera en que colonizan los frutos se han sugerido dos vías 1) que los frutos actúan como “cebos” para especies de *Xylaria* cuando están en el suelo o 2) que los frutos están infectados desde que están desarrollándose (Rogers 1979); posteriormente Rogers et al. (2008) mencionaron, en un trabajo sobre cómo se infectaban los frutos de *Crataegus monogyna* por *Xylaria oxyacanthae*, que esta especie fue aislada de frutos de *Crataegus* y que es probable que sea mediante las partes florales, el estudio también sugirió que el inoculo primario eran los conidios que coincidían con la etapa de floración.

*Xylaria* incluye especies saprobias, patógenas y endófitas, aunque los límites entre estos estilos de vida a veces no están bien definidos (Whalley 1996), estudios previos indican que los endófitos son muy diversos y representan a muchos géneros de xylariaceos que colonizan sustratos específicos (U’Ren et al. 2016).

Se han estudiado 25 especies que habitan en frutos y semillas (Ju et al. 2018) de las cuales en México se conoce 12 especies, equivalente al 4 % de las especies en estos sustratos (San Martín y Rogers 1995, Rogers et al. 2002), aunque actualmente dos de ellas: *Xylaria aristata* y *X. ianthinovelutina* pertenecen a los géneros *Podosordaria* Ellis & Holw. y *Xylosphaera* Dumort., respectivamente (Tabla 1). Estudiar tanto el hábito, es decir la manera de crecer de un hongo, como el hábitat o lugar donde crece un organismo (Ulloa y Hanlin 2000) son aspectos importantes en la Ecología de las especies fúngicas.

*Xylaria liquidambaris* se asocia a los frutos de *Liquidambar styraciflua* L. especie común en el bosque mesófilo de montaña de Veracruz y es frecuente observarla en los bancos de frutos debajo de los árboles, ya sea superficiales o enterradas, mostrando solo las puntas blanquecinas o de color rosa pálido, de los estromas inmaduros (Figura 1A-B). Fue descrita de Estados Unidos (Florida) por Rogers et al. (2002), quienes mencionaron que *X. liquidambaris* era exclusiva de los frutos de *Liquidambar styraciflua*: y que otras dos especies afines son *X. persicaria* (Schwein.) Ber. & Curtis típica de *Prunus persica* y *X. carpophyla* (Pers.) Fries creciendo en frutos de *Fagus* spp; en el mismo trabajo, se describieron dos especies más para México: *X. jaliscoensis* San Martín, J. D. Rogers & Y. M. Ju sobre frutos de *Magnolia iltisiana* y *X. magnolie* var. *microspora* (actualmente *X. magnoliae* J. D. Rogers) en frutos de *Magnolia* sp. (Rogers et al. 2002). *Xylaria liquidambaris* fue considerada por Medel (2013) como una de las especies típicas del bosque mesófilo de Veracruz.

El objetivo de este trabajo es determinar el hábito de crecimiento de *Xylaria liquidambaris*, con la finalidad de ampliar información sobre su ecología y cultivo de esta especie típica del bosque mesófilo de montaña, y con esta información construir una discusión sobre su conservación.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La recuperación de hongos endófitos de hojas es una técnica sencilla (Medel et al. 2021). Sin embargo, la corroboración del hábito endófito en frutos y semillas de plantas vasculares depende de la naturaleza del fruto de la especie a estudiar, ya que seccionar algunos frutos o semillas muy duros o de morfología complicada requiere hacerse de manera particular. Para este estudio, se modificó la técnica estándar hongos endófitos (Medel et al. 2021), la cual se describe a continuación: durante la época de secas, entre los meses de enero a marzo del 2022, se recolectaron frutos de *Liquidambar styraciflua* de una población de más de 30 árboles, localizados en el Área Natural Protegida La Martinica (19° 35’21.9” N; 96° 57’ 7” W) en el municipio de Banderilla, Veracruz, México. Se eligió la temporada de secas para evitar cualquier fuente de inoculación proveniente de estromas ya desarrollados.

Table 1. Especies de *Xylaria* asociadas a frutos o restos de frutos en México

Especie	Fruto	Referencia
<i>Xylaria arbuscula</i> Sacc.	<i>Swietenia macrophylla</i>	San Martín & Rogers (1989)
<i>X. aristata</i> Mont. (= <i>Podosordaria aristata</i> (Mont.) P.M.D. Martin)	<i>Guazuma ulmifolia</i>	San Martín & Rogers (1989)
<i>X. duranii</i> F. San Martin & Vanoye	<i>Quercus polymorpha</i>	San Martin et al. (2001)
<i>X. guazumae</i> San Martín & J. D. Roger	<i>Guazuma ulmifolia</i> y Vitaceae	San Martín & Rogers (1989)
<i>X. ianthino-velutina</i> (Mont.) Fr. (= <i>Xylosphaera ianthinovelutina</i> (Mont.) Dennis)	<i>Pithecellobium flexicaule</i> , <i>Inga</i> sp., residuos de frutos de <i>Annona</i> sp., <i>G. ulmifolia</i> y carpelos de <i>S. macrophylla</i>	San Martín & Rogers (1989)
<i>X. inaequalis</i> Berk. & M.A.Curtis	<i>S. macrophylla</i>	San Martín & Rogers (1989)
<i>X. juniperus</i> Starb. var. <i>asperula</i> Satrb.	<i>Quercus</i> aff. <i>germana</i>	San Martín & Rogers (1995)
<i>X. cf. lhermii</i> Pat.	Frutos no identificados	San Martín & Rogers (1995)
<i>X. liquidambaris</i>	<i>Liquidambar styraciflua</i>	Rogers et al. 2002
<i>X. magnoliae</i> J.D. Rogers	<i>Magnolia schiedeana</i> y <i>M. iltisiana</i>	San Martín & Rogers (1989)
<i>X. oxyacanthae</i> Tul.	<i>G. ulmifolia</i> , <i>Erblichia standleyi</i> , <i>Spondias mombin</i> , <i>Crataegus</i> sp. y <i>Carya</i> sp.	San Martín & Rogers (1989)
<i>X. persicaria</i> (Schwein.: Fr.) Berk. & M. A. Curtis	<i>Prunus</i> sp.	San Martín & Rogers (1989)

Los frutos se clasificaron en siete categorías según su estado de maduración, desde recién caídos hasta muy degradados (Figura 1A-D). Los frutos fueron fotografiados con una cámara Nikon S100 y una cámara Cannon Rebel T7 en el Laboratorio de Micología Integral (LaMi) del Centro de Investigación en Micología Aplicada de la Universidad Veracruzana, tomando esta etapa como el tiempo cero. Posteriormente, fragmentos de los frutos fueron procesados de acuerdo con una modificación de la técnica de Medel *et al.* (2021) cambiando el tiempo de remojo de los frutos en hipoclorito de sodio al 3 % de 10 a 15 min, una vez lavados se partieron a la mitad en condiciones estériles y las porciones más sólidas (centro del fruto) fueron extraídos con bisturí estéril cortando fragmentos de aproximadamente 0.5 cm<sup>2</sup> para su aislamiento en medio de papa dextrosa agar (PDA); la recuperación de micelio correspondió a un solo tipo, el cual presenta las características típicas del género *Xylaria* (micelio, blanquecino con tonos grisáceo, margen fimbriado y presencia de zonas concéntricas). La cepa fue inoculada en matraces Erlenmeyer con PDA y se incubaron por 30 días a 27 °C (Figura 1C). Los frutos de los cuales se realizaron aislamientos se colocaron en cámaras húmedas, rociándolos con agua corriente cada cuatro días, para monitorear la presencia de micelio y el desarrollo de estromas (Figura 2 A-B). La cepa se encuentra depositada en el cepario del Centro de Investigación en

Micología Aplicada de la Universidad Veracruzana bajo la referencia CIMA-RM3114.

La cepa pura, la cual consiste en un solo tipo de material genético (Figura 2 C-D) se sembró en tres medios de cultivo para probar su mejor crecimiento: aserrín de pino estéril/PDA, agar bacteriológico/infusión de frutos de liquidámbar y medio líquido papa dextrosa. Los medios sólidos se mantuvieron en incubación a 27 °C y el medio líquido se mantuvo en agitación a 110 rpm a temperatura ambiente durante 30 días, posteriormente los matraces se colocaron en estático, revisando cada tres días para observar el crecimiento de los estromas hasta los 90 días.

El medio agar/infusión de frutos de liquidámbar, se elaboró con frutos secos, lavados y triturados con una licuadora semiindustrial, agregando 50 g en 1000 mL de agua, hirviéndolos durante 20 min. Finalmente se dejaron enfriar y colocaron 15 g de agar bacteriológico por cada 1000 mL de infusión. Se inocularon fras-

cos estériles de boca ancha y se incubaron a 27 °C. Después de dos meses de inoculados se observó el inicio de la formación de los estromas de *X. liquidambaris*. Se elaboraron preparaciones temporales con agua y solución de Melzer de los estromas de *X. liquidambaris* que fructificaron a partir de la cepa CIMA RM-3114. Se midieron 20 estructuras para determinar tamaño y forma de las esporas (Medel *et al.* 2008).

## RESULTADOS

### Características morfológicas del micelio en diversos medios de cultivo

#### Medio líquido papa dextrosa

Micelio de color blanco a ligeramente color salmón. Micelio aéreo abundante, formando una capa gelatinosa en la parte central. Estromas color salmón desarrollándose en estático después de cuatro semanas en el centro y a los márgenes de la colonia, con forma variable, semicilíndricos, en algunos casos con ápices engrosados, algunos son ramificados, con exudados de color anaranjado. Colonias en PDA con micelio de color blanco, abundante micelio aéreo, algodonoso, margen fimbriado, se distribuye por toda la superficie del medio de cultivo (Figura 3 A-B).

#### Agar bacteriológico/infusión de frutos de liquidámbar

Micelio de color blanco, algodonoso, siendo más denso en la parte central y escaso hacia el contorno del frasco. Micelio aéreo poco abundante. Estromas jóvenes de 11 × 3 mm, de color blanco que se comienzan a ramificar después de 48 días. Primordios de estromas de color blanco, que comienzan a formarse en el micelio que ha alcanzado el borde del frasco (Figura 3C).

#### Aserrín de pino/PDA

Micelio de color blanco en la fase inicial, después de cuatro semanas se torna color gris oscuro en algunas zonas de color negro. Micelio aéreo poco abundante, de color blanco, ligeramente convexo, con marcadas zonas concéntricas de color negro. Estromas que se forman después de seis semanas. Estado teleomórfico inmaduro de forma cilíndrica con ápices agudos, en algunos casos evidentemente ramificados (Figura 3D).





Figura 1. A: fruto de liquidámbaar mostrando los estromas inmaduros (puntas ligeramente rosadas a blanquecinas). B: banco de frutos con crecimientos de estromas de *Xylaria liquidambaris*. C: secuencia de frutos de *L. styraciflua* en diversos estados de descomposición, en el día 0. D: día 60 de las mismas etapas de frutos, donde se observa el crecimiento de estromas de *X. liquidambaris*

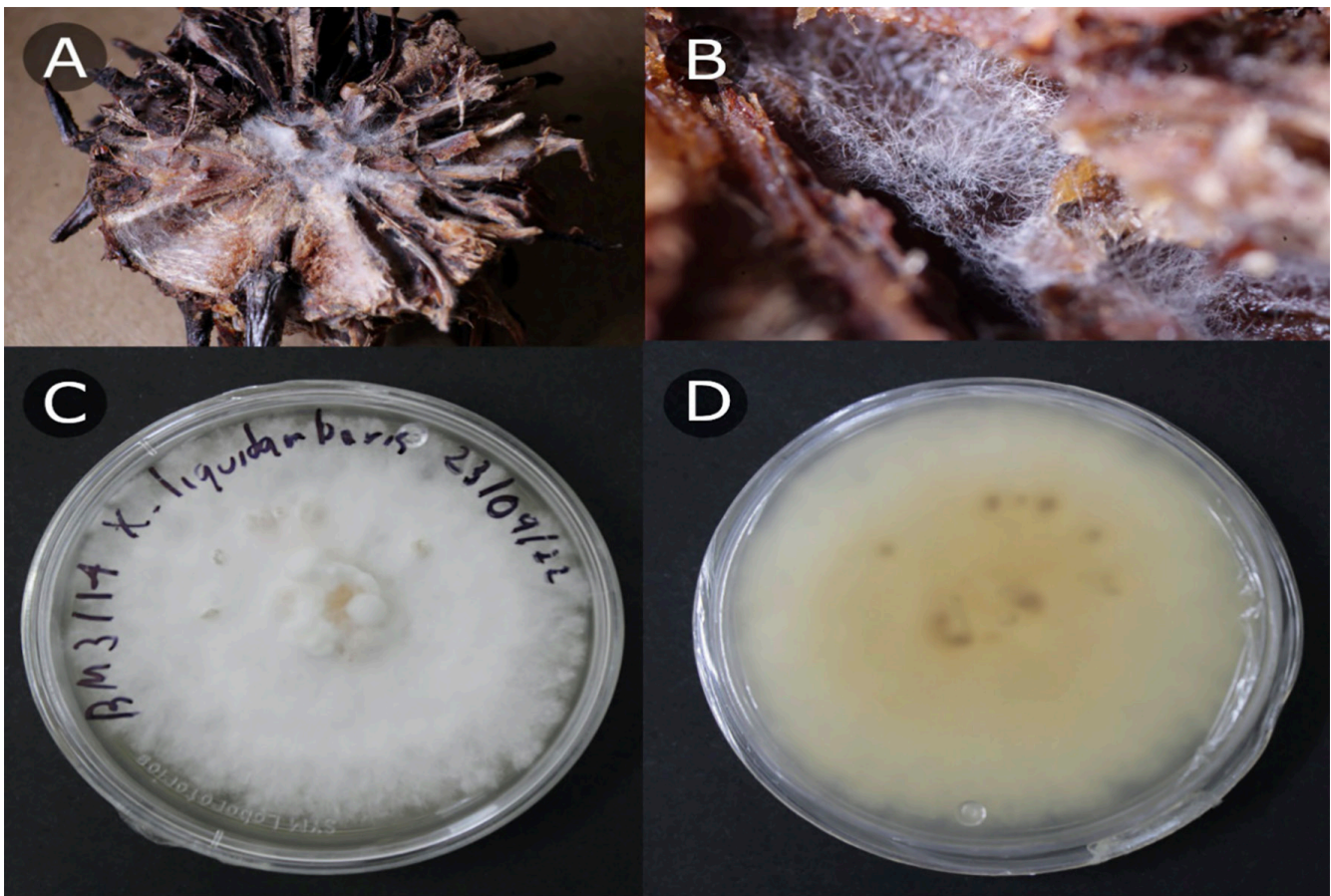


Figura 2. A: micelio en los frutos de la etapa uno (día 4). B: micelio en los frutos de la etapa seis. (día 10). C: anverso de la cepa pura de *Xylaria liquidambaris* en medio PDA en el día 14, donde se observa el inicio del crecimiento de estromas. D: reverso de la cepa pura de *X. liquidambaris*.

La recuperación del micelio aislado de los frutos esterilizados, las características de las cepas en cultivo y la producción de estromas en los matraces, mostró que se trata de una sola especie, en los medios sólidos fue donde se observó mejor el crecimiento característico de *Xylaria*: colonias de color gris blanquecino con bordes fimbriados y tenues líneas concéntricas en forma de abanico, y la formación de estromas de *X. liquidambaris*, con los típicos filamentos largos y estériles (Figura 3 A-D), corroboran el hábito endófito de la especie en estudio. Además, ninguna otra especie fue recuperada de los frutos de liquidámbar estériles. Los estromas se desarrollaron tanto en medio sólido como en medio líquido; formándose aproximadamente en 60-90 días, desde la siembra en medio sólido o líquido hasta la formación de estromas, que se aprecian de color blanquecino-rosado al principio

y de color negro al ir madurado (Figura 3 A-D). Esto concuerda con las observaciones de uno de los autores (Medel) quien ha estudiado *Xylaria* en el campo, observando que los estromas jóvenes, evidenciados por los ápices blanquecinos de los estromas que tardan hasta 60 días o más en crecer y madurar.



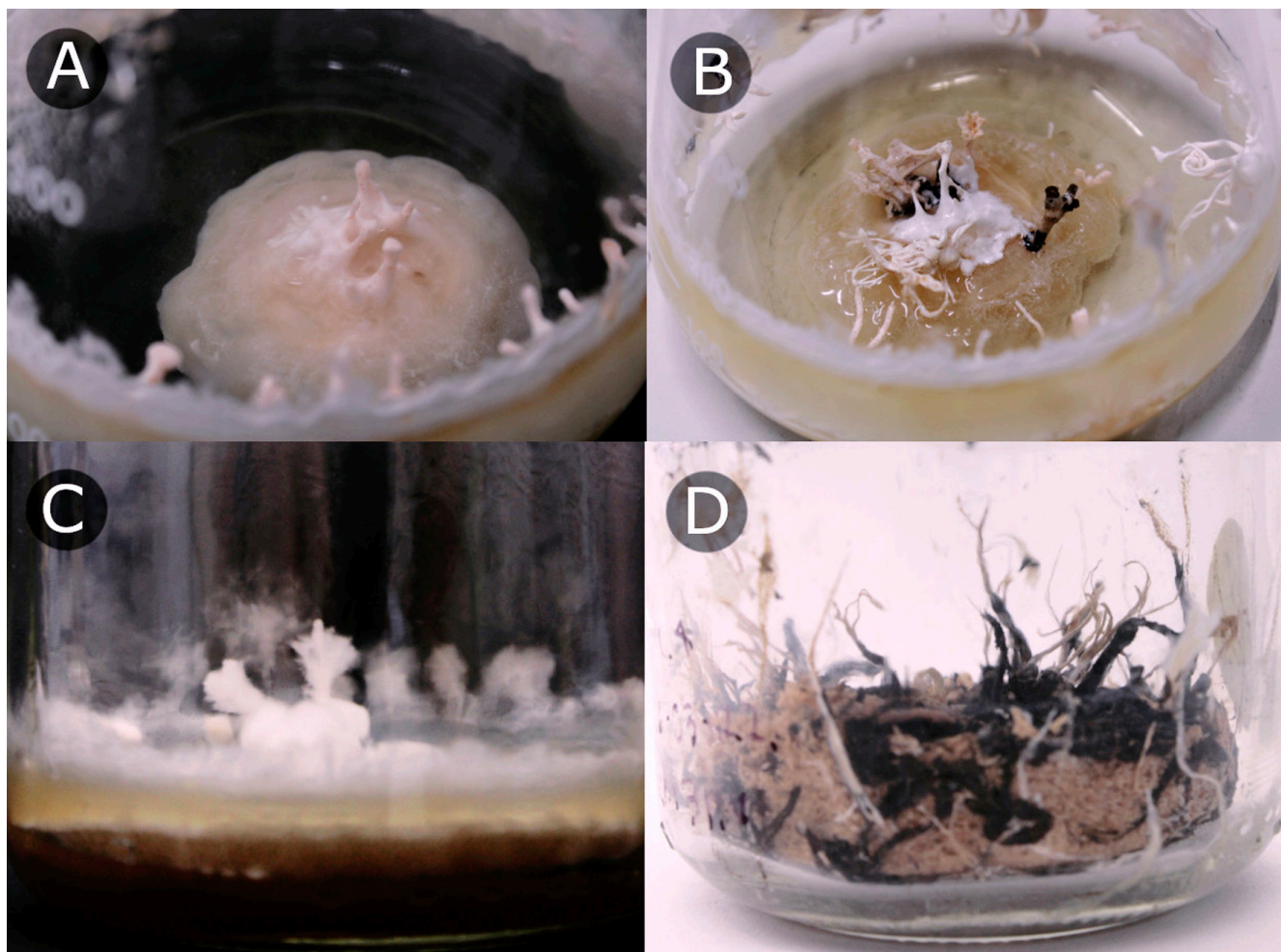


Figura 3. A-B: *Xylaria liquidambaris* en cultivo líquido de papa-dextrosa agar. C: estromas inmaduros en medio sólido con infusión de frutos de *Liquidambar styraciflua*. D: estromas maduros en medio PDA con aserrín de pino.

### Notas taxonómicas

*Xylaria liquidambaris* J.D. Rogers, Y.M. Ju & F. San Martín, *Sydowia* 54 (1): 92 (2002)

El característico hábitat (frutos de *Liquidambar styraciflua*) de esta especie la hace inconfundible, respecto de las otras especies asociadas a frutos en México. Presenta estromas cilíndricos con ápices agudos y largos, sobre un estípite largo y tomentoso en la base y las esporas oliváceas, bigutuladas de 13- 17 (-19) × 4- 6 μm con una línea germinal espiralada, son diagnósticos de esta especie de acuerdo con Rogers et al. (2008).

Se conoce de E.U.A. y de México de Tamaulipas (como *X. persicaria*) y de Veracruz de los municipios de Acajete, Banderilla, Coatepec, San Andrés Tlalnahuayocan, Rafael Lucio y Xalapa, en bosque mesófilo

de montaña (Medel et al. 2008, Medel 2013) y de Michoacán (Becerril et al. 2018).

Material estudiado: VERACRUZ, Municipio de Banderilla, Área Natural Protegida La Martinica, 19° 35'21.9" N; 96° 57' 7"W, febrero 18, 2022, *Medel* 3114 (cepa CIMA-RM3114 cepa aislada y estudiada), *Medel* 3117b (CIMA RM3117 cepa aislada); rancho Tomages, octubre 28, 2022, *Medel* 3162. Municipio de San Andrés Tlalnahuayocan, El Chivizcoyo, octubre 9, 2020, *Medel* 3032. Municipio de Xalapa, jardín del Centro de Investigación en Micología Aplicada (CIMA), UV, octubre 29, 2022, *Medel* 3149; zona urbana en domicilio particular, bajo un árbol de *Liquidambar*, octubre 29, 2022, *Medel* 3174.

## DISCUSIÓN

Previamente se había sugerido que la recurrencia especie-hospedero en *X. liquidambaris* se debía al hábito endófito (U'Ren et al. 2016). Los resultados de nuestro estudio corroboran el hábito endófito de esta especie en frutos de *L. styraciflua*, mostrando formación de estromas tanto en frutos esterilizados como en medios de cultivo. Cabe destacar que además fue la única especie recuperada de los fragmentos de frutos de liquidámbar.

La manera en que llegan las especies de *Xylaria* a colonizar los frutos y semillas, aún no está definida claramente. Rogers et al. (2008) mencionaron la posibilidad de que, al menos en *Xylaria oxyacanthae*, la llegada a los frutos de *Crataegus monogyna* pudiera ser por la vía floral y que la fuente primaria de inóculo eran los conidios, ya que coincidió su presencia con la época de floración. Aunque nosotros no exploramos las flores, probamos la presencia del hongo en frutos recién caídos, descartando inoculación por estromas, ya que era época de secas.

Rodríguez et al. (2009) identificaron cuatro clases de infección endófitas en las plantas; la Clase I no correspondería a este estudio por involucrar hongos de la familia Clavicipitaceae, en tanto que las clases II, III y IV involucran endófitos transmitidos horizontal o verticalmente en brotes, raíz y rizomas por hongos no clavicipitáceos (como sería *Xylaria*). Es decir, ninguna de las cuatro clases menciona la transmisión horizontal vía las flores, que nosotros suponemos podría ser un caso, como se ha mencionado al inicio de esta discusión. El estudio de este tema podría contribuir a proponer una quinta clase de infección endófitica.

Debido a que las especies de *Xylaria* habitan varias partes de las plantas (cortezas, hojas o frutos), la mayoría pueden ser estudiadas bajo la técnica de recuperación de endófitos, utilizada en este trabajo o modificaciones de ésta, con el fin de poder aportar información para establecer dos aspectos: 1) confirmación del hábitat y hábito de crecimiento o estilos de vida, y 2) contribuir con información para establecer algún criterio dentro de la NOM-059 que se encuentran en los Anexos I y II (SEMARNAT 2010).

Sobre las implicaciones que tiene desarrollar estudios sobre aspectos de la ecología de una especie, estos son muy importantes, porque la herramienta que permite estimar los factores de riesgo de especies en

la NOM-059 es el Método de Evaluación de Riesgo (MER), el cual evalúa cuatro aspectos: a) características de la distribución geográfica, b) características del hábitat, c) vulnerabilidad biológica intrínseca y d) índice de impacto antropogénico. Las categorías a, b y c están relacionadas con información contenida en este trabajo para la especie estudiada.

El conocimiento del hábito y del hábitat, así como la obtención de cepas de la especie en cuestión son factores relevantes al asignar alguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-Semarnat-2010.

## CONCLUSIONES

Se corroboró el hábito endófito de *Xylaria liquidambaris*, la manera en que ésta especie llega a penetrar en los frutos probablemente es un estado de colonización endófitica no descrita a detalle que involucra la inoculación del hongo desde las flores. Se requieren más estudios en especies de *Xylaria* asociadas a frutos y semillas para determinar este tipo de transmisión.

## LITERATURA CITADA

- Becerril-Navarrete A, Gómez-Reyes VM, Palestina Villa EN, Medel-Ortiz R. 2018. Nuevos registros de *Xylaria* (Xylariaceae) para el estado de Michoacán, México. *Scientia Fungorum* 48, 61-75 <http://doi.org/10.33885/sf.2018.48.1199>
- Ju MY, Roger JD, Hsieh HM. 2018. *Xylaria* species associated with fallen fruits and seeds, *Mycologia* 110, 726-749. <http://doi.org/10.1080/00275514.2018.1469879>
- Medel R. 2013. Hongos ascomicetos del bosque mesófilo de montaña en México. *Acta Botánica Mexicana* 105, 87-106. <https://doi.org/10.21829/abm105.2013.224>
- Medel R, Castillo R, Guzmán G. 2008. Las especies de *Xylaria* (Ascomycota, Xylariaceae) conocidas de Veracruz, México y discusión de nuevos registros. *Revista Mexicana de Micología* 28, 101-118. <https://doi.org/10.33885/sf.2008.3.1037>
- Medel-Ortiz R, San Martín E, Ríos Cortes P, Bellingheri ME 2021. IX Hongos endófitos. In: Mata G, Salmones D. (eds.). *Técnicas de aislamiento, cultivo y conservación de cepas de hongos en el laboratorio*. Instituto de Ecología, A.C. 115-122.
- Rodríguez RJ, White JF, Arnold AE, Redman RS. 2009. Fungal endophytes: diversity and functional roles. *New Phytologist* 182, 314-330. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2009.02773.x>
- Rogers JD. 1979. The Xylariaceae: systematic, biological and evolutionary aspects. *Mycologia* 71, 1-42. DOI <https://doi.org/10.1080/00275514.1979.12020984>
- Rogers JD. 2000. Thoughts and musings on tropical Xylaria-



- ceae. *Mycological Research* 104, 1412-1420. DOI <https://doi.org/10.1017/S0953756200003464>
- Rogers JD, San Martín E, Ju MY. 2002. A reassessment of the *Xylaria* on *Liquidambar* fruits and two new taxa on *Magnolia* fruits. *Sydowia* 54 (1), 91-97.
- Rogers JD, Yeomans R, Adams MJ. 2008. The relationship of *Xylaria oxyacanthae* to seeds of *Crataegus monogyna*. *North American Fungi* 3:8, 1-5. <http://dx.doi.org/10.2509/naf2008.003.008>
- San Martín F, Lavin P, JD Rogers. 2001. Some species of *Xylaria* (Hymenoascomycetes. Xylariaceae) associated with oaks in Mexico. *Mycotaxon* 79, 337-360.
- San Martín F, Rogers J.D. 1989. A preliminary account of *Xylaria* of Mexico. *Mycotaxon* 34, 283-374.
- San Martín F, Rogers JD. 1995. Notas sobre la historia y relaciones de hospedante y distribución del género *Xylaria* (Pyrenomyces, Sphaeriales) en México. *Acta Botánica Mexicana* 30, 21-40. <https://doi.org/10.21829/abm30.1995.731>
- SEMARNAT. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental - Especies nativas de México de flora y fauna silvestres - Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio - Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación, 30 de diciembre de 2010, Segunda Sección, México.
- Ulloa M, Hanlin RT. 2000. *Illustrated Dictionary of Mycology*. St Paul Minnesota. APS Press.
- U'Ren JM, Miadlikowska J, Zimmerman NB, Lutzoni F, Stajich JE, Arnold EA. 2016. Contributions of North American endophytes to the phylogeny, ecology, and taxonomy of Xylariaceae (Sordariomycetes, Ascomycota). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 98, 210-232. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2016.02.010>
- Van der Gucht, K. 1995. Illustrations and description of xylariaceous fungi collected in Papua New Guinea. *Bulletin du Jardin Botanique du Belgique* 64, 219-403.
- Whalley AJS. 1996. The xylariaceous way of life. *Mycological Research* 100, 897-922. [https://doi.org/10.1016/S0953-7562\(96\)80042-6](https://doi.org/10.1016/S0953-7562(96)80042-6)