



Primer reporte de muerte descendente en yaca (*Artocarpus heterophyllus*) causada por *Lasiodiplodia theobromae* en Nayarit, México

Antonio Betancourt-Aranguré¹, Gregorio Luna-Esquivel^{2*}, Graciela Guadalupe López Guzmán², Claudio Rios-Velasco³, Octavio Jhonathan Cambero-Campos², Elia Cruz-Crespo², Eliana Andrea Martínez-Mera⁴. ¹Laboratorio de Parasitología Agrícola, ²Unidad Académica de Agricultura, Universidad Autónoma de Nayarit, Tepic-Compostela Km 9, Xalisco, Nayarit, CP 63780. ³Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C., Unidad Cuauhtémoc, Chih., Av. Río Conchos S/N Parque Industrial, Apdo. Postal 781, Cd. Cuauhtémoc, Chihuahua, CP 31570. ⁴Dirección de Ciencias Agropecuarias, Universidad Tecnológica de la Costa, Carretera Santiago entronque internacional no 15 km 5, Santiago Ixcuintla Nayarit, CP 63300. México.

***Autor de Correspondencia:**

Gregorio Luna-Esquivel
gregorio.luna@uan.edu.mx

Sección:

Edición periódica

Recibido:

11 Marzo, 2024

Aceptado:

28 Agosto, 2025

Publicado:

31 Agosto, 2025

Cita:

Betancourt-Aranguré A, Luna-Esquivel G, López Guzmán GG, Rios-Velasco C, Cambero-Campos OJ, et al. 2025. Primer reporte de muerte descendente en yaca (*Artocarpus heterophyllus*) causada por *Lasiodiplodia theobromae* en Nayarit, México. Revista Mexicana de Fitopatología 43(3): 87.
<https://doi.org/10.18781/R.ME.X.FIT.2403-3>

RESUMEN

Antecedentes/Objetivo. La yaca (*Artocarpus heterophyllus*) es una fruta de importancia económica para Nayarit ya que concentra más del 90 % del cultivo a nivel nacional. En últimos años se ha detectado una muerte de ramas terminales en árboles de yaca por lo que el objetivo fue de esta investigación fue identificar al agente causal de muerte descendente en ramas de *A. heterophyllus* en el estado de Nayarit, México.

Materiales y Métodos. A partir de una colección de cepas de *Lasiodiplodia theobromae* provenientes de Nayarit de huertos comerciales de yaca, mango (*Mangifera indica*), guanábana (*Annona muricata*), aguacate (*Persea americana*), y lima persa (*Citrus latifolia*) se evaluó la patogenicidad de *L. theobromae*, en árboles de yaca de un año. Los aislados se identificaron molecularmente por secuenciación de las regiones del espaciador de transcrito interno (cebadores ITS5 y ITS4) y del factor de elongación de traducción 1-alfa (TEF1; cebadores EF-728/EF-986).

Resultados. Todos los aislados fueron patogénicos en yaca. LY1 y LG4, provenientes de frutos de yaca y guanábana, respectivamente mostraron alta agresividad en ramas. Los síntomas de muerte descendente se evidenciaron dos meses post-inoculación con pudrición de ápices, lesiones necróticas internas y fisuras de corteza en ramas y tallos, así como muerte del árbol. Las secuencias ITS y EF1- α de los aislados recuperados de las pruebas de patogenicidad mostraron 99 a 100 % de similitud con secuencias publicadas previamente publicadas en el Gen Bank para *L. theobromae*.

Conclusión. Este es primer reporte de *L. theobromae* como agente causal de muerte descendente de yaca *A. heterophyllus* en Nayarit, México.

Palabras clave: Botryosphaeriaceae, ITS, EF1- α , hongo, necrosis



INTRODUCCIÓN

La yaca (*A. heterophyllus*), tiene gran importancia económica para las regiones productoras de Nayarit. El fruto. El cual se comercializa en fresco o industrializado, es rico en vitaminas, carbohidratos y minerales. El estado de Nayarit concentra más del 90 % de la superficie plantada nacional (1,632.95 ha), con un rendimiento de 26 t ha⁻¹, correspondiente a un valor de producción de 441 millones de pesos.

Entre los problemas fitosanitarios de importancia económica en este frutal destacan enfermedades fúngicas en inflorescencias, frutos y ramas. Los hongos pertenecientes a la familia Botryosphaeriaceae afectan una gran diversidad de especies botánicas e inducen síntomas como pudriciones, cánceres, muerte de ramas y muerte o declinamiento general del árbol, entre otros. Especies del género *Lasiodiplodia* atacan más de 500 especies de plantas, principalmente frutales tropicales y subtropicales comercialmente importantes (Luoye *et al.*, 2020; Abdollahzadeh *et al.*, 2010). Los síntomas progresivos de muerte descendente (MD) inducidos por *Lasiodiplodia* son marchitamiento en ápices de ramas periféricas o anuales, las hojas se tornan cafés y mueren, posteriormente caen y la rama muestra apariencia seca. Es común observar ramas contiguas secas y el declinamiento o muerte del árbol.

L. theobromae es considerada una especie capaz de inducir una severidad de hasta 100 %. La presencia de exudado gomoso oscuro en la corteza y sistema vascular necrosado en guanábana (*A. muricata*) son los principales síntomas reportados para *L. theobromae*. Comportamiento similar se ha observado en otros frutales. En macadamia (*Macadamia integrifolia*), causa necrosis del ápice, pudrición de pedúnculo y MD. En mango (*M. indica*), mamey (*Pouteria sapota*), vid (*Vitis vinifera*) y lima persa (*C. latifolia*) se ha consignado pudrición de pedúnculo, cánceres en tallo y MD causados por *L. citricola* y *L. pseudotheobromae* (Valle de la Paz *et al.*, 2019; Polanco *et al.*, 2019; Dukare *et al.*, 2019; Abdollahzadeh *et al.*, 2010). En Nayarit se reportó a *L. theobromae* como agente causal de pudrición blanda en frutos de yaca (A Betancourt y G. Luna-Esquivel. No publicado). Sin embargo, no se consigna su participación etiológica en la MD de esta especie frutal. Por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue identificar al agente causal de MD en *A. heterophyllus* en huertos comerciales del estado de Nayarit, México.

La metodología para esta investigación se desarrolló a partir de cinco cepas de *Lasiodiplodia* de la colección de hongos del Laboratorio de Parasitología Agrícola de la UAN. Estas cepas se aislaron originalmente de frutos de yaca y de ramas con MD de árboles de mango, lima persa, guanábana y aguacate localizados en zonas productoras de Nayarit (Cuadro 1). Estas cepas se identificaron previamente mediante sus caracteres morfológicos de macro y microscópicos en colonias cultivadas en medio de cultivo PDA a 7 días de edad a 28±2 °C, mediante las claves de Abdollahzadeh *et al.* (2010).

La patogenicidad de cada aislado se evaluó en enero 2023 en 18 árboles de un año de yaca (tres por tratamiento) en condiciones de vivero con malla sombra al 50 %, en Xalisco, Nayarit (21° 25' 45.3" N y -104° 36' 46" O; a 930 m de altitud). A los árboles experimentales, con un bisturí estéril, se les retiró en un solo sitio parte de la epidermis (0.4 x 1 cm de área) en el tallo principal o rama según las características del árbol, para exponer el tejido leñoso (aproximadamente a 65 cm de altura a partir de la base del tallo). Sobre el tejido xilemático expuesto de cada planta experimental se inoculó con un disco PDA de 5-10 mm (explante) con crecimiento fúngico de 7 días. Árboles inoculados con discos de PDA sin crecimiento de hongo, se usaron como testigos. La zona inoculada de

los árboles experimentales se cubrió con algodón estéril húmedo y papel ‘film’ para mantener condiciones de humedad y evitar contaminación externa.

Cuadro 1. Localización y fuente botánica de aislados de *Lasiodiplodia theobromae* empleados en pruebas de patogenicidad para determinar la implicación etiológica en muerte descendente de ramas de yaca (*Artocarpus heterophyllus*).

Aislado	Municipio	Localidad	Cultivo ^x	Coordenadas	Altitud (m)
LY1	San Blas	La Palma	Yaca (fruto)	21° 30' 19.9" N - 105° 04' 41.4" O	16
LM2	Tepic	Atonalisco	Mango	21° 38' 55.9" N - 104° 49' 24.5" O	362
LL3	Tepic	La Fortuna	Lima Persa	21° 33' 36.8" N - 104° 56' 29.6" O	752
LG4	Compostela	Tonino	Guanábana	21° 07' 33.9" N - 105° 12' 09.3" O	39
LA5	San Blas	Mecatan	Aguacate	21° 32' 43.1" N - 105° 08' 14.6" O	365

^x Los aislados de obtuvieron de ramas con síntomas de muerte descendente. Excepto en yaca que provino de frutos.

A partir de los árboles de yaca que desarrollaron necrosis o muerte regresiva de ramas, se reaislaron y verificaron morfológica y molecularmente los aislados inoculados. Para la identificación molecular, los aislados se cultivaron sobre PDA a 25±2 °C por 7 días. Se recuperó el crecimiento micelial y extrajo el ADN genómico (ADN) mediante el método CTAB II de acuerdo con Allers y Lichten (2000).

Las condiciones de amplificación para la PCR con los cebadores ITS4/ITS5 fueron; una etapa inicial de desnaturalización a 94 °C por 5 min, 38 ciclos de desnaturalización a 94 °C por 1 min, alineamiento a 60 °C por 1 min, extensión a 72 °C por 1 min, y una etapa final de extensión a 72 °C por 4 min. Para los cebadores EF-728/EF-986 las condiciones fueron; desnaturalización a 95 °C por 4 min, 35 ciclos de desnaturalización a 95 °C por 1 min, alineamiento a 55 °C por 1 min, extensión a 72 °C por 2 min, y una etapa final de extensión a 72 °C por 10 min. Los productos de PCR se visualizaron mediante electroforesis en geles de agarosa al 1.5 % con amortiguador TBE 1X a 80 V por 1 h y luego, secuenciados por MacroGen Inc (Seoul, Korea).

Los resultados de la aplicación de los postulados de Koch demostraron que *L. theobromae* fue patógeno en yaca. Los síntomas iniciaron en los 15 días después de la inoculación con necrosis de ápices y posterior marchitamiento de hojas y avance descendente del tejido necrótico. Los síntomas a los 60 días incluyeron marchitez en ápices de ramas, rajadura y necrosis de corteza en tallo, y MD de plantas. Estos síntomas fueron similares a los reportados en guanábana, macadamia, mango, vid mamey y lima persa (Valle de la Paz *et al.*, 2019; Polanco *et al.*, 2019; Dukare *et al.*, 2019; Abdollahzadeh *et al.*, 2010). En algunos casos, el daño descendió hasta la base de ramas secundarias o tallo, síntomas coincidentes a los causados por *L. pseudotheobromae* en *Ormosia pinnata* (Luoye Li *et al.*, 2020).

Todos los aislados de *Lasiodiplodia* necrosaron la madera de la zona inoculada e indujeron MD en los árboles inoculados. El aislado LG4 proveniente de guanábana fue el más agresivo ya que el daño se extendió hasta la base del tallo y causó la muerte del árbol. El aislado LY1 proveniente de frutos de yaca provocó fisuras (rajaduras) en la corteza del tallo cercano a la zona de inoculación. Los aislados LM2, LA5 y LL3 provenientes de mango, aguacate y lima persa, respectivamente, solo indujeron secamiento de ramas apicales con tendencia descendente.

Después del re-aislamiento de los aislados fúngicos a partir de los tejidos sintomáticos de árboles jóvenes de yaca, se confirmó su identidad como *L. theobromae* mediante sus caracteres morfológicos microscópicos (Figura 1).

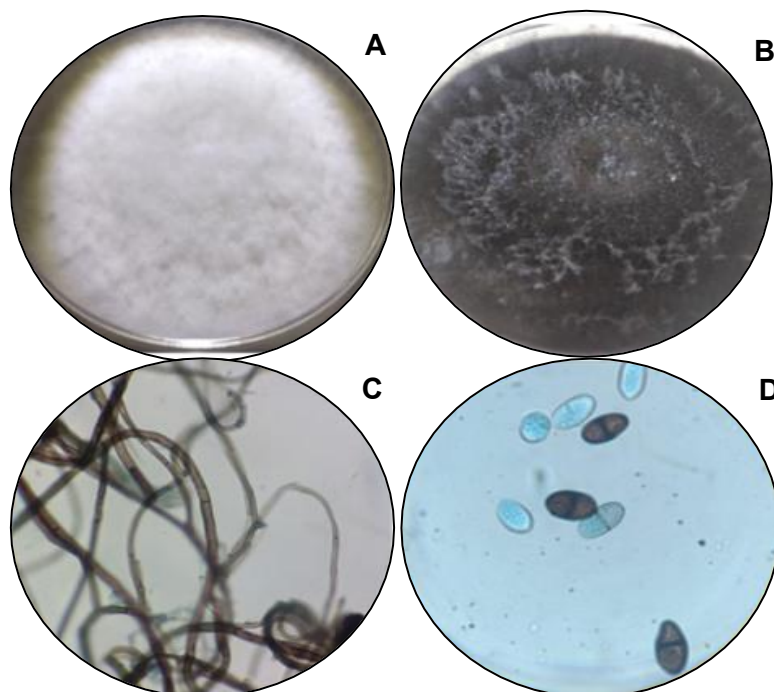


Figura 1. A. Cultivo de *Lasiodiplodia* a 3 día en PDA. B. Cultivo de *Lasiodiplodia* después de 7 en PDA. C. Hifas café marrón septadas vista en microscopio compuesto a 40X. D. Conidios característicos bicelulares oscuros a la maduración en microscopio compuesto a 40X.

De los productos de PCR se obtuvieron amplicones de 600 y 350 pb para las regiones ITS5 (GGAAGTAAAAGTCGTAACAAGG)/ITS4 (TCCTCCGCTTATTGATATGC) y EF-728 (GGAAGTAAAAGTCGTAACAAGG)/EF-986 (TCCTCCGCTTATTGATATGC), respectivamente. La secuencia consenso de los productos de PCR fue 530 y 280 pb. Las cinco secuencias de los aislados fúngicos comparten de un 99 a 100% de similitud de nucleótidos con secuencias publicadas previamente de las regiones ITS en el GenBank (OP725658.1).

Los resultados sugieren que la virulencia (la capacidad de causar enfermedad, *sensu* Vanderplank) de *L. theobromae*, es indistinta de la planta hospedante, al ser capaz de inducir MD en diversos frutales tropicales o subtropicales, distintos a aquellos de donde fueron aislados. Sin embargo, la intensidad de síntomas diferenciados sugiere variabilidad patogénica (i.e. agresividad) del hongo en función del hospedero. Los árboles testigo, no mostraron síntomas. Dukare *et al.* (2019) documentaron la patogenicidad de un aislado de *L. theobromae* proveniente de guayaba (*Psidium guajava*) en frutos de mango inoculados en poscosecha.

Plantas de lima persa mostraron clorosis en hojas, MD de ramas, formación de cánceres y exudados gomosos a 22 días después de haber sido inoculadas con *L. citricola*, *L. pseudotheobromae* y *L. theobromae* (Valle de la Paz *et al.*, 2019). En naranjo dulce (*C. sinensis*), Polanco y colaboradores (2019) reportaron marchitez, necrosis y MD de ramas, así como lesiones necróticas exteriores inducidas por *L. theobromae* a 32 días después la inoculación. Ese mismo hongo en mamey causó lesiones necróticas en ramas a los 30 días. Dos años después se detectó MD de brotes vegetativos (Tovar-Pedraza *et al.*, 2012).

En conclusión, cinco aislados de *L. theobromae* provenientes de frutos de yaca, y de MD de ramas de mango, aguacate, limón persa, y guanábana indujeron síntomas de MD de

ramas de yaca (*Artocarpus heterophyllus*) confirmándose los postulados de Koch. Los síntomas iniciaron con pudrición de ápices, seguido de lesiones necróticas internas en ramas y tallos y finalmente la muerte del árbol. Se reporta por vez primera a *L. theobromae* como causante de MD en árboles de *A. heterophyllus* en Nayarit, México. El aislado LG4 proveniente de guanábana fue altamente agresivo al causar la muerte del árbol a los 60 días después de ser inoculados. El aislado de fruto de yaca fue el segundo en agresividad con fisuras de ramas.

Limitaciones

No se implementó una escala de severidad ni se determinó los eventos de la patogénesis. No se realizó análisis estadístico.

Conflicto de interés

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés en relación con este artículo.

Financiamiento

A la UAN, CIAD y UTC por infraestructura y materiales proporcionados

Agradecimientos

Nuestro agradecimiento al CONAHCYT (actualmente SECIHTI) por la beca doctoral otorgada al autor principal. Agradecemos al Laboratorio de Parasitología Agrícola CEMIC 03 por facilitar el material biológico.

Contribución de los autores

Betancourt-Aranguré participó en la adquisición, el análisis y la interpretación de los datos, redactó el manuscrito. G. Luna-Esquivel, Graciela Guadalupe López Guzmán, C. Rios-Velasco, O.J. Cambero-Campos, y E. Cruz-Crespo realizaron la conceptualización, diseño y revisaron el documento. E. Andrea Martínez-Mera participó en la redacción y revisión del escrito.

REFERENCIAS

- Abdollahzadeh J, Javadi A, Mohammadi-Goltapeh, E, Zare R *et al.* 2010. Phylogeny and morphology of four new species of *Lasiodiplodia* from Iran. *Persoonia* 25:1-10. <https://dx.doi.org/10.3767/003158510X524150>
- Allers T and Lichten M. 2000. A method for preparing genomic DNA that restrains branch migration of Holliday junctions. *Nucleic acids research* 28 (2). e6. <https://dx.doi.org/10.1093/nar/28.2.e6>
- Dukare A, Kumar S, Kumar JR, Bhushan B, *et al.* 2019. Cross pathogenicity of *Botryodiplodia theobromae*, an original isolate from guava fruits on the different cultivars of mango. *International Journal of Chemical Studies* 7: 450-454. <https://krishi.icar.gov.in/jspui/bitstream/123456789/49294/1/cross%20pathogenicity>
- Luoye Li, Mengying Lei, Honghong Wang, Xiaozhu Yang, *et al.* 2020. First report of dieback caused by *Lasiodiplodia pseudotheobromae* on *Ormosia pinnata* in China. *Plant Disease* 104: 2551-2555. <https://doi.org/10.1094/PDIS-03-20-0647-RE>.
- Polanco FLG, Alvarado GOG, Pérez GO, González GR *et al.* 2019. Hongos asociados con la muerte regresiva de los cítricos en Nuevo León y Tamaulipas, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 10: 757- 764. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6972606>.
- Tovar-Pedraza JM, Mora-Aguilera JA, Nava-Díaz C, Téliz-Ortiz D, *et al.* 2012. Identification, pathogenicity, and histopathology of *Lasiodiplodia theobromae* on mamey sapote grafts in Guerrero, México. *Agrociencia* 46(2): 147-161. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-31952012000200005&script=sci_arttext
- Valle de la Paz M, Guillén SD, Gijón HAR, Alía TI, *et al.* 2019. Species of *Lasiodiplodia* in lima 'persa' (*Citrus latifolia* Tanaka) in Morelos, México. *Revista Bio Ciencias* 6. e595. <https://doi.org/10.15741/revbio.06.e595>