

## Primer reporte de *Mortierella* sp. en el cultivo de chile en Tamaulipas, México

### First report of *Mortierella* sp. in the cultivation of chili in Tamaulipas, Mexico

Rocío de Jesús Díaz-Aguilar <sup>1</sup>, Gabriel Gallegos-Morales <sup>1</sup>, Francisco Daniel Hernández-Castillo <sup>1</sup>, César Alejandro Espinoza-Ahumada <sup>3</sup>, Sixto Velarde-Felix <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Parasitología Agrícola, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Calzada Antonio Narro 1923, Buenavista, Saltillo, C.P. 25315, Coahuila, México.

<sup>2</sup> Campo Experimental Valle de Culiacán-INIFAP. Carretera Culiacán - El Dorado km 17.5, Culiacán, C.P. 80430, Sinaloa, México.

<sup>3</sup> Instituto Tecnológico Superior de El Mante. Km 6.7 Carretera Cd. Mante - Antiguo Morelos, México 85, Quintero, C.P. 89930, Tamaulipas, México.

#### RESUMEN

**Antecedentes:** El género *Mortierella* se encuentra en el suelo y está asociado a las raíces de frutales, sin embargo, existen pocos reportes de su aislamiento en cultivos hortícolas.

**Objetivo:** Determinar la identidad de un hongo aislado de raíces de plantas de chile y su posible papel como fitopatógeno.

**Métodos:** Se colectaron plantas de chile serrano con síntomas de amarillamiento y marchitez en lotes comerciales de Altamira, Tamaulipas. A partir de raíces se realizaron aislamientos de hongos en medios de cultivo artificiales. Las cepas obtenidas se identificaron morfológicamente y molecularmente, y se evaluó su patogenicidad.

**Resultados y conclusiones:** De acuerdo con los caracteres morfológicos y moleculares el patógeno se identificó como *Mortierella* sp., las plantas inoculadas con las cepas obtenidas no presentaron síntomas. Se reporta por primera vez la presencia del género *Mortierella* en el cultivo de chile en Tamaulipas, México.

**Palabras clave:** aislamiento, morfología, identificación, patogenicidad

#### ABSTRACT

**Background:** The genus *Mortierella* was found in soil and is associated with fruit tree roots, however, there are few reports of its isolation in horticultural crops.

**Objective:** Determine the identity of a fungus isolated from chili plant roots and its possible role as a phytopathogen.

**Methods:** Serrano chili plants with yellowing and wilting symptoms were collected from commercial lots in Altamira, Tamaulipas, fungal isolations were made from roots in artificial culture media. The strains obtained were identified by their morphological and molecular characteristics, and their pathogenicity was evaluated.

**Results and conclusions:** *Mortierella* sp. was identified according to morphological and molecular characters. Plants inoculated with the strains did not show symptoms after inoculation. We report for the first time the presence of the genus *Mortierella* in chili bell pepper crops in Tamaulipas, Mexico.

**Keywords:** isolation, morphology, identification, pathogenicity

En México, se sembraron 154, 346.49 ha del cultivo de chile en el año 2020, con una producción de 3, 027, 855.06 toneladas; siendo los estados de Zacatecas, Chihuahua y San Luis Potosí los principales productores (SIAP 2021). Sin embargo, las enfermedades causa-

das por hongos y Oomicetos que se encuentran en el suelo, son un factor limitante en la producción de chile (Palma *et al.* 2017). A este cultivo se asocian como agentes causales de la "marchitez del chile" a los hongos fitopatógenos *Phytophthora capsici*, *Rhizoctonia*

#### ARTICLE HISTORY

Received 19 October 2021 / Accepted 22 April 2022

On line 26 July 2022

#### CORRESPONDING AUTHOR

✉ Gabriel Gallegos-Morales, e-mail: [ggalmor@uaaan.edu.mx](mailto:ggalmor@uaaan.edu.mx)

ORCID: 0000-0001-9041-6904

*solani* y *Fusarium oxysporum* (Lozano et al. 2015). En el orden Mortierellales se han descrito 100 especies en 13 géneros de la Familia Mortierellaceae (Kirk et al. 2008). Las principales especies del género *Mortierella* consideradas por Yadav et al. (2014) son *M. alliacea*, *M. alpina*, *M. polycephala*, *M. elongata*, *M. spinosa*, *M. gamsii*, *M. isabellina*, *M. humilis*, y *M. reticulata*; sin embargo, de acuerdo con Vandepol et al. (2020) cinco especies conforman este género. Algunas de estas especies como *M. alpina* producen ácidos grasos poliinsaturados como el ácido araquidónico (Ho et al. 2007, Rayaroth et al. 2017) reportado como inductor de resistencia en cultivos hortícolas ante la presencia de fitopatógenos (Zlotek y Wojcik 2014), además se ha descrito a *Mortierella* sp. como solubilizadora de fósforo (Ramírez et al. 2013). En México se reportó a *Mortierella elongata* como patógeno del cultivo de aguacate (Hernández et al. 2018). Por otra parte, Mares et al. (2017) aislaron diferentes especies de *Mortierella* en manzano, pero ninguna resultó patogénica. Por lo anteriormente expuesto el objetivo de este trabajo fue identificar un hongo aislado de raíces de chile del que se sospecha corresponde al género *Mortierella* por sus características microscópicas, además de evaluar su patogenicidad.

Se colectaron plantas de chile serrano (*Capsicum annuum* L.) en el ciclo primavera-verano del año 2017, con síntomas de amarillamiento y marchitez en lotes comerciales establecidos en Altamira, Tamaulipas, México (22° 21' 24.8" N 98° 02' 23.1" W, 22° 21' 28.5" N 98° 02' 11.6" W, 22° 20' 57.5" N 98° 00' 05.5" W). Las muestras de raíz de las plantas se lavaron una vez con agua corriente para eliminar el exceso de suelo y fueron secadas a temperatura ambiente, se cortaron secciones de 0.5 cm de tejido necrosado y se desinfectaron con hipoclorito de sodio al 3 % por 1 min, se lavaron tres veces con agua destilada estéril y se colocaron sobre toallas de papel estéril para secarse. El tejido vegetal se depositó en cajas Petri con medio de cultivo papa dextrosa agar (PDA) adicionado con 3 g de extracto de malta y se incubó a 25 °C en oscuridad por cinco días hasta obtener crecimiento micelial. Los diferentes aislamientos fueron observados en un microscopio estereoscopio y la purificación se realizó por punta de hifa, incubando las cepas en las mismas condiciones anteriormente mencionadas por 72 h. Los aislamientos se identificaron por sus características morfológicas a nivel de género de acuerdo con Wata-

nabe (2010) observándose a través de un microscopio compuesto bifocal Olympus CX41 y un microscopio electrónico Hitachi TM3000. Posteriormente se realizó la identificación molecular a 6 aislamientos, el ADN del hongo fue extraído por el método descrito por Velarde et al. (2015), la amplificación se realizó mediante el método de reacción en cadena de polimerasa (PCR) de las regiones espaciadoras internas transcritas ITS1 e ITS4 entre los genes ribosomales 18S y 28S, utilizando el par de iniciadores ITS1: 5'- TCC GTA GGT GAA CCC TGC GG-3' e ITS4: 5'- TCC TCC GCT TAT TGA TAT GC-3', mediante el método propuesto por O'Donnell et al. (1998) y Geiser et al. (2004).

Los productos amplificados fueron analizados mediante electroforesis en geles de agarosa al 1 %, y posteriormente se mandaron secuenciar en el Laboratorio Nacional de Biotecnología Agrícola, Médica y Ambiental del Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica (IPICYT), San Luis Potosí, México. La búsqueda de similitud entre las secuencias obtenidas se realizó en el banco de genes del National Center for Biotechnology Information (NCBI) utilizando el programa BLAST, de esta manera se identificaron los valores en homología para los aislamientos obtenidos. Para corroborar la patogenicidad de las seis cepas, se inocularon plantas de chile serrano con 10 cm de altura, las cuales fueron trasplantadas en vasos de plástico con capacidad de 300 g de suelo estéril, para la inoculación se tomó un fragmento de PDA con crecimiento micelial de 1 cm de diámetro y se colocaron en el sustrato junto a la raíz, de acuerdo la metodología utilizada por Silva-Rojas et al. (2009).

De acuerdo con la identificación morfológica, se obtuvieron seis aislados de *Mortierella* sp. (Figura 1) que desarrollaron crecimiento radial en forma de roseta de color blanco en medio PDA, con micelio hialino y cenocítico, con clamidosporas intercalares y esporangios terminales ovalados, características que reportan las claves taxonómicas de Watanabe (2010).

En cuanto a la identificación molecular se corroboró la identidad de la cepa *Mortierella* sp. con 577 pb y 100 % de similitud con el número de acceso MF423591, según las secuencias disponibles en la base de datos del GenBank (NCBI), la secuencia de los aislamientos se depositó en el GenBank con número de acceso ON113022. Las plantas de chile inoculadas con *Mortierella* sp., se evaluaron transcurridos 15 días, no se observaron síntomas de enfermedad al igual que las

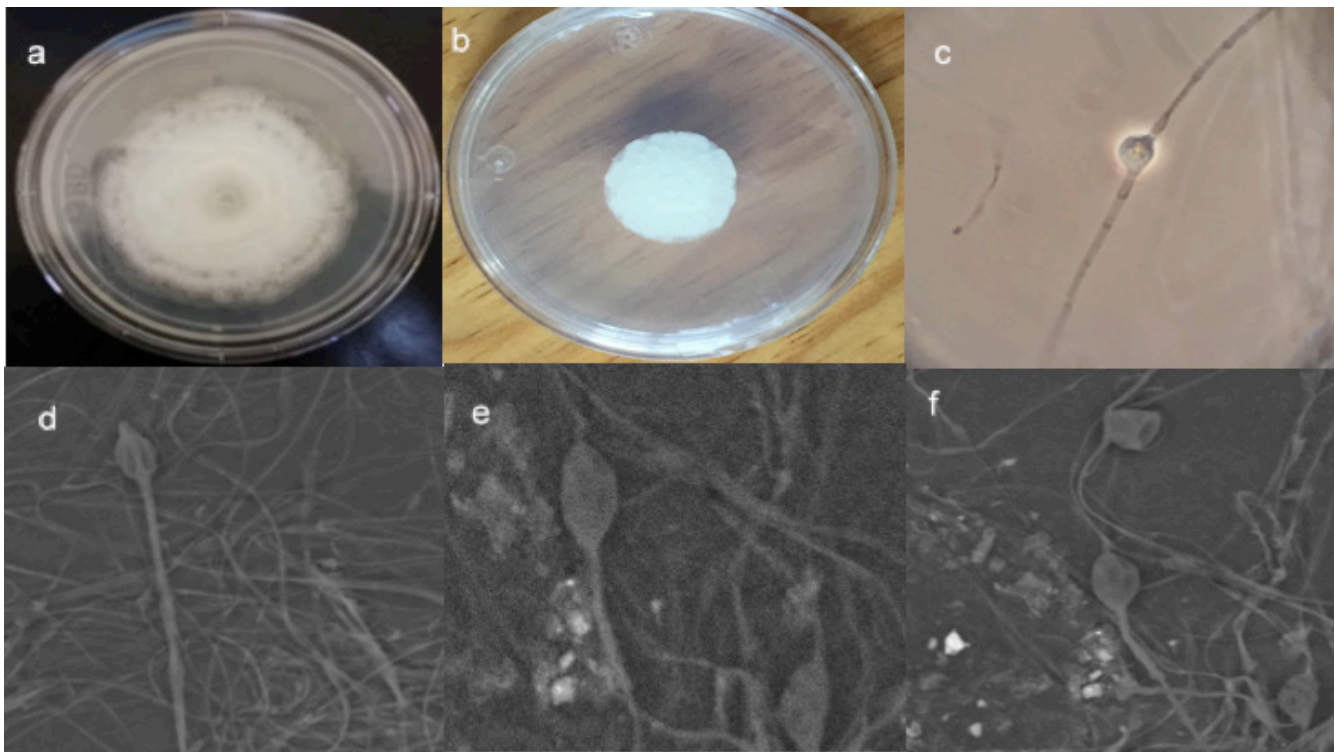


Figura 1. Aislamientos de *Mortierella* sp. a-b: Morfología de *Mortierella* sp., micelio en medio de cultivo PDA. c: Clamidospora intercalar con hifas septadas. d-f: Esporangios y esporangioforos terminales.

plantas testigo, esto concuerda con el estudio realizado en el cultivo de manzano, donde las cepas aisladas de *Mortierella* no resultaron patogénicas (Mares *et al.* 2017). Se reporta el aislamiento, hallazgo y presencia de *Mortierella* sp. asociada al cultivo de chile en Tamaulipas, México.

#### LITERATURA CITADA

- Geiser DM, Jiménez Gasco MM, Kang S, Makalowska I, Veeraghavan N, Ward TJ, Zhang N, Kuldau GA, O'Donnell K. 2004. FUSARIUM-ID v. 1.0: A DNA sequence database for identifying *Fusarium*. *European Journal of Plant Pathology* 110, 473-479. <https://doi.org/10.1023/B:EJPP.0000032386.75915.a0>
- Hernández PA, Cerna CE, Delgado JC, Beltrán BM, Hernández BO, Tapia LM, Ochoa YM. 2018. Primer reporte de *Mortierella elongata* como patógeno del cultivo del aguacate en Michoacán, México. *Scientia Fungorum* 48, 95-98. <https://doi.org/10.33885/sf.2018.48.1232>
- Ho SY, Jiang Y, Chen F. 2007. Polyunsaturated fatty acids (PUFAs) content of the fungus *Mortierella alpina* isolated from soil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 55, 3960-3966. <https://doi.org/10.1021/jf0700071>
- Kirk PM, Cannon PF, Minter DW, Stalpers JA. 2008. *Ainsworth and Bisby's dictionary of the fungi*. 10th ed. CAB International, Wallingford.
- Lozano AN, Guzmán RA, Zavaleta ME, Aguilar VH, Ayala EV. 2015. Etiología y evaluación de alternativas de control de la marchitez del chile de árbol (*Capsicum annuum* L.) en La Vega de Metztlán, Hidalgo, México. *Revista Mexicana de Fitopatología* 33, 31-53.
- Mares-Ponce de León Y, Muñoz-Castellanos LN, Ruiz-Cisneros MF, Pérez-Corral DA, Ornelas-Paz JJ, Acosta-Muñiz CH, Berlanga-Reyes DI, Rios-Velasco C. 2017. Morphological and molecular identification of *Mortierella* species associated to rhizosphere of apple trees with symptoms of root diseases. *Revista Mexicana de Fitopatología* 36, 184-195. <https://doi.org/10.18781/r.mex.fit.1710-2>
- O'Donnell K, Kistler HC, Cigelnik E, Ploetz RC. 1998. Multiple evolutionary origins of the fungus causing Panama disease of banana: Concordant evidence from nuclear and mitochondrial gene genealogies. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 95, 2044-2049.
- Palma ME, Aguilar RV, Corona TT, Gómez RO. 2017. Resistencia a *Phytophthora capsici* Leo. en líneas de Chile Huacle (*Capsicum annuum* L.). *Revista Fitotecnia Mexicana* 40, 359-363.
- Ramírez JG, Osorno BL, Osorio NW, Morales JG. 2013. Alternativas microbiológicas para mejorar el crecimiento del caupí. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín* 66, 7035-7044.
- Rayaroth A, Tomar RS, Mishra RK. 2017. Arachidonic acid synthesis in *Mortierella alpina*: Origin, evolution and advancements. *Proceedings of the National Academy of Sciences, India, Section B: Biological Sciences* 87, 1053-1066. <https://doi.org/10.1007/s40011-016-0714-2>

- SIAP. 2021. Anuario estadístico de la producción agrícola. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/> (abril 30, 2021).
- Silva-Rojas HV, Fernández-Pavía SP, Góngora-Canul CC, Macías-López BC, Ávila-Quezada GD. 2009. Distribución espacio temporal de la marchitez del chile (*Capsicum annuum* L.) en Chihuahua e identificación del agente causal *Phytophthora capsici* Leo. *Revista Mexicana de Fitopatología* 27, 134-147.
- Vandepol N, Liber J, Desirò A, Na H, Kennedy M, Barry K, Grigoriev IV, Miller AN, O'Donnell K, Stajich JE, Bonito G. 2020. Resolving the Mortierellaceae phylogeny through synthesis of multi-gene phylogenetics and phylogenomics. *Fungal Diversity* 104, 267-289. <https://doi.org/10.1007/s13225-020-00455-5>
- Velarde FS, Ortega PF, Fierros GA, Padilla VI, Gutiérrez PE, Rodríguez FG, Garzón JA. 2015. Identificación molecular y biológica de las razas 0 y 5 de *Fusarium oxysporum* Schlechtend.: Fr f. sp. *ciceris* (Padwick) Matuo & K. Sato del garbanzo en el noroeste de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 6, 735-748.
- Watanabe T. 2010. Pictorial atlas of soil and seed fungi: Morphologies of cultured fungi and key to species. CRC Press, Boca Raton.
- Yadav DR, Kim SW, Babu AG, Adhikari M, Kim C, Lee HB, Lee YS. 2014. First report of *Mortierella alpina* (Mortierellaceae, Zygomycota) isolated from crop field soil in Korea. *Mycobiology* 42, 401-404. <https://dx.doi.org/10.5941/MYCO.2014.42.4.401>
- Zlotek U, Wójcik W. 2014. Effect of arachidonic acid elicitation on lettuce resistance towards *Botrytis cinerea*. *Scientia Horticulturae* 179, 16-20. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2014.08.026>