

Identificación morfológica de hongos aislados de plantas de *Garcinia mangostana*

Jaime Alioscha Cuervo-Parra^{1,§}
Teresa Romero-Cortes¹
Raúl Román Aguilar¹
Julio Valle Hernández¹
José E. Aparicio-Burgos¹

1 Escuela Superior de Apan-Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Carretera Apan-Calpulalpan km 8, Chimalpa Tlalayote s/n, colonia Chimalpa, Apan, Hidalgo, México. CP. 43900. Tel. 771 7172000, ext. 5800. (tromerocortes@gmail.com; raul-roman@uaeh.edu.mx; julio-valle@uaeh.edu.mx; jose-aparicio@uaeh.edu.mx).

Autor para correspondencia: jalioscha@gmail.com

Resumen

Los frutos del mangostán poseen varias propiedades nutricionales y nutracéuticas importantes para la salud humana, su cultivo es considerado como una alternativa productiva para las regiones tropicales de México. El objetivo de esta investigación fue caracterizar morfológicamente hongos patógenos o antagonistas aislados de tejidos vegetales de plantas de mangostán ubicadas en el municipio de Cacahoatán, Chiapas. En el año 2022 se colectaron hojas y raíces de plantas sanas, sin características de síntomas de enfermedad, se aislaron hongos mediante la técnica de tamizaje con papel filtro para obtener cultivos monospóricos y se realizó la caracterización morfológica por microscopía electrónica de barrido. Se obtuvieron tres cultivos fúngicos, uno de la rizosfera *Trichoderma asperellum* y dos en las hojas *Rhizopus oryzae* y *Botrytis cinerea*. Se realizaron 25 mediciones para calcular la longitud y el ancho de las siguientes estructuras: esclerocios, columnelas, conidios, conidióforos, fiálides y clamidosporas, se observaron valores de largo y ancho promedio a los reportados por otros autores. La identificación correcta de las estructuras específicas de los agentes causales puede coadyuvar a proponer estrategias de control y prevención de enfermedades en el cultivo de mangostino en la región del Soconusco del estado de Chiapas, México.

Palabras clave:

Botrytis cinerea, *Rhizopus oryzae*, *Trichoderma asperellum*, mangostino, rizosfera.



El mangostán o mangostino (*Garcinia mangostana* L.) es un árbol muy ramificado de 6 a 25 m de altura (Corner, 1988) con hojas perennes de color verde oscuro de aproximadamente de 10 a 30 cm de largo y de 3 a 15 cm de ancho (Campbell, 1966; Yaacob y Tindall, 1995; Osman y Rahman, 2006). Las plantas de mangostino presentan una adaptación excelente, producción y rentabilidad en las regiones tropicales y sus frutos pueden alcanzar precios bastante altos (Suárez *et al.*, 2018). El fruto del mangostino contiene 18 tipos de flavonoides que, al ser ingeridos se convierten en radicales de peróxido o de cobre, convirtiéndolo en un fruto antioxidante (Williams *et al.*, 1995; Pedraza-Chaverri *et al.*, 2008).

En 2022, la producción de mangostán en el estado de Chiapas, México, fue de 38 t de una siembra de 65 ha distribuida en los municipios de Tapachula y Tuxtla Chico, con un valor de la producción de \$2 835 000.00 pesos (SIAP, 2022). En el estado de Veracruz, el cultivo de mangostán se introdujo a finales de 1960 y en el Campo Agrícola Experimental El Palmar, se iniciaron trabajos de investigación con este frutal como una alternativa productiva para las regiones tropicales húmedas de México (Díaz-Fuentes y Picón, 2007). La mayoría de las plantaciones comerciales cultivadas en el periodo 2013-2017, comenzaron la vida productiva entre los años 2019-2023 (Díaz *et al.*, 2019). Por esta razón no se cuenta con información suficiente sobre el comportamiento productivo del cultivo del mangostino.

En este sentido, el aislamiento y la identificación precisa de los hongos asociados a este cultivo, serán determinantes para conocer el comportamiento de los mismos e identificar cuáles actúan como patógenos o antagonistas potenciales para *Garcinia mangostana* L. El objetivo de esta investigación fue caracterizar morfológicamente cepas de hongos patógenos y antagonistas aislados de tejidos vegetales de plantas de mangostán del estado de Chiapas, México.

Se utilizaron seis cepas fúngicas aisladas de plantas de mangostán, procedentes de una plantación experimental ubicada en el municipio de Cacahoatán Chiapas, México durante el año 2022. Este municipio forma parte de la región del Soconusco en donde se concentra el 98% de la superficie sembrada con mangostán en México (Díaz-Fuentes y Díaz-Hernández, 2011).

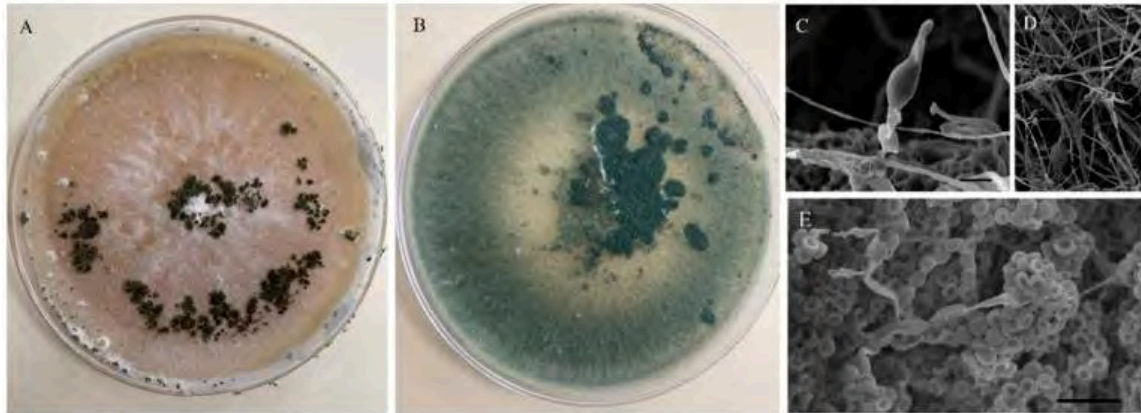
Las muestras de tejido vegetal (hojas y rizosfera) se esterilizaron durante 1 min con una solución de hipoclorito de sodio al 3%, se lavaron dos veces con agua destilada estéril, posteriormente, las muestras de hojas y rizosfera se secaron con papel filtro (estéril) y se colocaron en cajas Petri con medio de cultivo de agar papa dextrosa (PDA, Bioxon®). Las cajas se incubaron a 28 °C durante siete días bajo condiciones de oscuridad o hasta que las colonias cubrieran toda la extensión del medio de cultivo (Cuervo-Parra *et al.*, 2022). Una vez obtenidos los cultivos monospóricos, las cepas fúngicas se mantuvieron a -4 °C en PDA y como suspensión de esporas a -87 °C hasta su utilización.

Las descripciones morfológicas de las cepas fúngicas aisladas se basaron en la comparación con otros aislados de *Trichoderma asperellum* (García-Núñez *et al.*, 2017; Sánchez *et al.*, 2021; Cuervo-Parra *et al.*, 2022), *Rhizopus oryzae* (Hernández-López *et al.*, 2019) y *Botrytis cinerea* (Terrones-Salgado *et al.*, 2019; Montiel-Frausto y Vásquez-López, 2021), complementadas con nuevas observaciones. Las cepas fúngicas se crecieron en el medio de cultivo PDA, se incubaron durante siete días y se mantuvieron a 28 °C, durante la caracterización morfológica.

Se realizaron 25 mediciones para cada rasgo evaluado para calcular la longitud y el ancho de las siguientes estructuras: esclerocios, columnelas, conidios, conidióforos, fiálides y clamidosporas. Las medidas de las características morfológicas de las cepas aisladas se realizaron utilizando las microfografías obtenidas con un microscopio electrónico de barrido (SEM; JEOL, modelo IT300, Boston, Estados Unidos de América) ubicado en las instalaciones de la Escuela Superior de Apan (ESAp-UAEH).

Las colonias de las cepas: JEAB01, JEAB02 y JEAB03 de *Trichoderma* cubrieron la superficie del medio de cultivo PDA entre 3-4 días y mostraron un diámetro de 80-83 mm. Presentaron un crecimiento hialino al inicio y con el tiempo adquirieron una coloración verde oliva, debido a la producción de esporas abundantes. Después de siete días de crecimiento, las colonias esporularon y produjeron pústulas conidiales de color blanco, las cuales conforme se acumulan se observan de un color verde oscuro, que se distribuyen en círculos concéntricos o cubriendo totalmente el medio de cultivo (Figura 1A-B).

Figura 1. Cepa de *Trichoderma asperellum* aislada de la rizosfera del mangostán, A-B) presencia de pústulas después de cinco días de crecimiento en medio PDA; C-D) micrografías por SEM de fiálides, conidióforos y conidios de *T. asperellum*; y E) micrografías por SEM de conidios en grupos. Barra de escala: C= 5 μm ; D= 50 μm ; y E= 10 μm .



Las micrografías mostraron hifas hialinas con conidióforos muy ramificados de 15.89-79.95 μm de largo \times 2.08-4.6 μm de ancho (valores promedio de 30.44 \pm 16.08 μm de largo, 3.16 \pm 0.79 μm de ancho). Las fiálides de forma apical, en verticilos, solitarios o en grupos (Figura 1 C-D) de 4.01-11.41 μm de largo \times 1.08-3.01 μm de ancho (valores promedio 7.98 \pm 1.6 μm de largo, 1.8 \pm 0.59 μm de ancho). Los conidios mostraron forma ovoide de 2.22-3.58 μm de largo \times 1.18-3.51 μm de ancho (valores promedio 3.01 \pm 0.36 μm de largo, 2.08 \pm 0.48 μm de ancho) dispuestos en grupos de 6 o más conidios (Figura 1E).

En las cepas observadas, no se identificó la presencia de clamidosporas, pero cuando estas están presentes se encuentran intercaladas entre las hifas de entre 4.49-15.3 μm de largo por 3.67-2.3 μm de ancho (Cuervo-Parra *et al.*, 2022). Derivado de las características morfológicas observadas las cepas: JAEB01, JAEB02 y JAEB03 corresponden a aislados de *T. asperellum* (Rai *et al.*, 2016; García-Núñez *et al.*, 2017; Sánchez *et al.*, 2021).

Las colonias de las cepas JEAB04 y JEAB05 cultivadas en PDA mostraron un diámetro de 80-85 mm con micelio hialino al inicio, mismo que con el paso de los días se volvió denso o disperso de textura algodonosa, de color gris pálido a marrón grisáceo con esporangios largos de color blanco que alcanzaron a tocar el borde de la caja petri y cuando maduraron adquirieron un color negro en los extremos de las hifas debido a la acumulación de los conidios (Baraona y Sancho, 1992).

El reverso de la colonia es incoloro y las hifas fueron incoloras, no tabicadas y anchas. Los estolones se observaron hialinos, con rizoides en sus extremos de entre 4-6 brazos, de color marrón y entre 1-5 conidióforos con estipes de más de 1500 μm de largo, usualmente no bifurcados, de forma esférica con medidas de 30.68-75.33 μm de largo por 1.04-2.59 μm de ancho (valores promedio de 41.95 \pm 8.21 μm de largo, 1.61 \pm 0.35 μm de ancho).

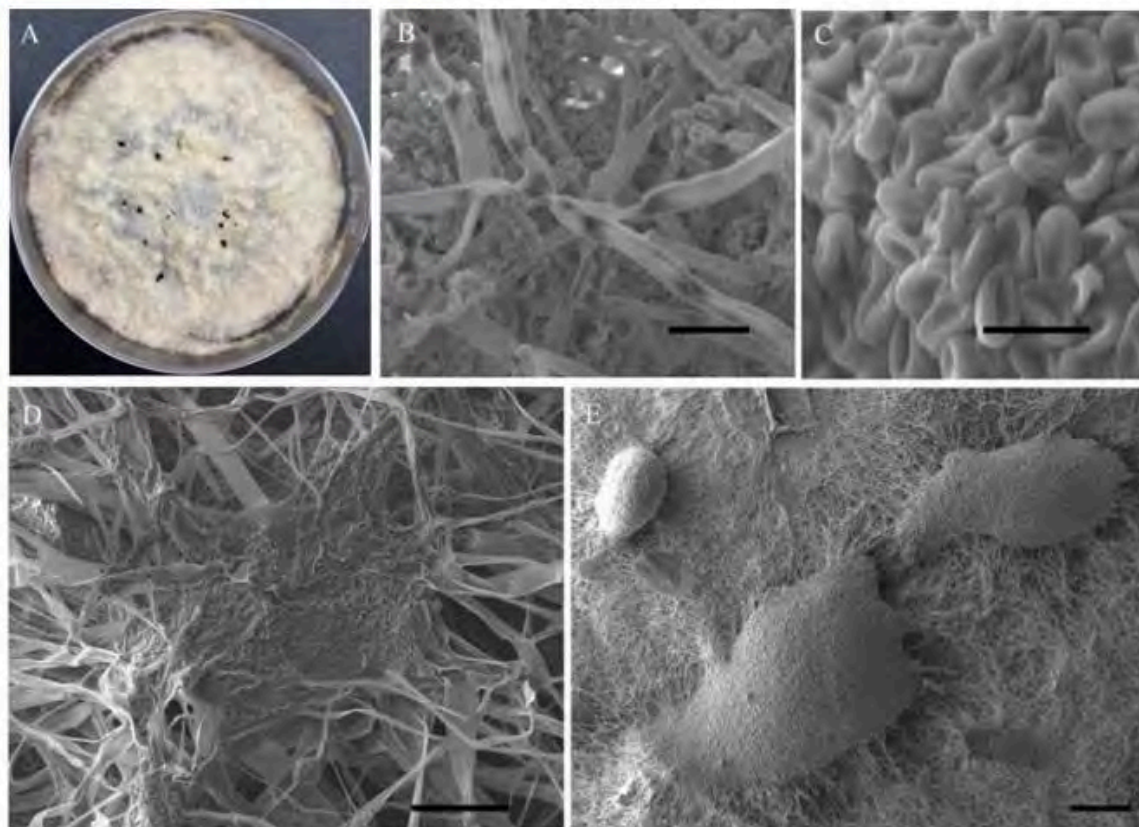
Las columnelas fueron de color café pálido de forma esférica de 59.66-168.1 μm de largo \times 56.89-117.1 μm de ancho (valores promedio de 97.99 \pm 19.69 μm de largo, 86.43 \pm 13.03 μm de ancho), con conidios de color café, de tamaño variable, desde elipsoidal a ligeramente fusiforme o con un ángulo irregular, comúnmente de 2.65-3.92 μm de largo \times 2.14-3.74 μm de ancho (valores promedio de 3.28 \pm 0.37 μm de largo, 2.92 \pm 0.41 μm de ancho) con paredes estriadas. Estas observaciones concuerdan con las descripciones reportadas por otros autores (Pitt y Hocking,

2009; Hernández-López *et al.*, 2019). Ubicando a las cepas JEAB04 y JEAB05 como nuevos aislados de *R. oryzae* en el cultivo de *G. mangostana* L. en Chiapas, México.

Los hongos del género *Rhizopus* se caracterizan por crecer rápidamente sobre los tejidos de las plantas que afectan, causando en ellas la pudrición de los tejidos afectados (Zhang *et al.*, 2023). Es un hongo fitopatógeno que se disemina por el viento o insectos, pudiendo llegar a afectar los frutos de los hospederos donde se desarrolla en un tiempo máximo de cuatro días (Northover y Zhou, 2002). Sus esporas pueden mantenerse viables por periodos largos de tiempo bajo condiciones desfavorables (baja humedad y temperaturas elevadas), germinando sobre los tejidos vegetales cuando las condiciones son favorables causando la pudrición de los tejidos vegetales (Zhang *et al.*, 2023).

Por otro lado, las colonias de la cepa JEAB06 de *Botrytis cinerea* crecidas en el medio PDA cubrieron la superficie del medio de cultivo en cinco días y tuvieron un diámetro de 83-85 mm. Durante las primeras etapas de crecimiento, la textura colonial fue algodonosa, de color blanco a blanco grisáceo, mismo que con el tiempo desarrolla esclerocios de color café oscuro a negro y tiene una distribución irregular sobre el medio de cultivo (Figura 2A).

Figura 2. *Botrytis cinerea* aislado del mangostán. A) características morfológicas después de siete días de crecimiento en PDA; B) micrografías por SEM de conidióforos de *B. cinerea*; C) micrografías por SEM de conidios de *B. cinerea*; D) micrografías por SEM de pseudoparénquima de *B. cinerea*; y E) micrografías por SEM de esclerocios de *B. cinerea*. Barras de escala: B= 10 μ m; C= 5 μ m; D= 50 μ m; y E= 200 μ m.



Los conidióforos observados son largos, delgados, ramificados, originados principalmente de las hifas o a partir de los esclerocios (Figura 2B). Con dimensiones de 853.1-1895.6 μ m de largo por 7.03-18.02 μ m de ancho (valores promedio 1 594.43 \pm 341.32 μ m de largo, 16.33 \pm 2.71 μ m de ancho). Los conidios son abundantes, ovoides, globosos o elípticos, formados a partir de la gemación de células precursoras de conidios de 9.822-14.51 μ m de largo por 4.687-5.962 μ m

de ancho (valores promedio $11.88 \pm 1.38 \mu\text{m}$ de largo, $5.49 \pm 0.37 \mu\text{m}$ de ancho) formados en esterigmas (Figura 2C).

El micelio se constituye a partir de hifas con forma cilíndrica que, al momento de multiplicarse vegetativamente dan lugar a la formación del pseudoparénquima (Figura 2D) y a partir del cual se forman los esclerocios (Figura 2E). Los cuales son de forma irregular de $693.4\text{-}3\ 467.7 \mu\text{m}$ de largo \times $529.5\text{-}2\ 312.7 \mu\text{m}$ de ancho (valores promedio $1\ 713.32 \pm 828.1 \mu\text{m}$ de largo, $1\ 046.61 \pm 395.71 \mu\text{m}$ de ancho).

Las observaciones morfológicas descritas en la Figura 2, son similares con los reportes hechos por otros autores (Terrones-Salgado *et al.*, 2019; Montiel-Frausto y Vásquez-López, 2021) y confirman la identificación de la cepa JEAB06 como un nuevo aislado de *B. cinerea* procedente de la planta de mangostán en Chiapas, México. El moho gris es ocasionado por *B. cinerea* y es una enfermedad común durante la cosecha y la postcosecha y es responsable de causar daños en los tejidos blandos de más de 200 especies diferentes de plantas afectando su raíz, tallo y cogollos (Williamson *et al.*, 2007; Díaz *et al.*, 2014).

Conclusiones

La caracterización microscópica de las estructuras diferenciales de las especies identificadas permitirá plantear estrategias de manejo y control integrado para evitar las pérdidas causadas por el moho gris y las pudriciones de los tejidos, ocasionadas por *B. cinerea* y *R. oryzae* en el cultivo de mangostino en la región del Soconusco del estado de Chiapas.

Bibliografía

- 1 Baraona, C. M. y Sancho, E. B. 1992. Fruticultura especial 1. Editorial Universidad Estatal a distancia-EUNED. Costa Rica. 295-331 pp.
- 2 Campbell, C. W. 1966. Growing the mangosteen in Southern Florida. United States. Proceedings of the Florida State Horticultural Society. 1(79):399-401.
- 3 Cuervo-Parra, J. A.; Pérez, E. V. H.; Zavala-González, E. A.; Peralta-Gil, M.; Aparicio, B. J. E. and Romero-Cortes, T. 2022. *Trichoderma asperellum* strains as potential biological control agents against *Fusarium verticillioides* and *Ustilago maydis* in maize. Biocontrol Science and Technology. 32(2):1-24. Doi: 10.1080/09583157.2022.2042196.
- 4 Díaz, F. V. H.; Ruíz-Cruz, P. A.; Nájera-Domínguez, W.; Iracheta-Donjuán, L.; Gálvez-Marroquín, L. A. 2019. Comportamiento productivo inicial del mangostán (*Garcinia mangostana* L.) en el Soconusco, Chiapas, México. Agroproductividad. 12(3):17-22. Doi: <https://doi.org/10.32854/agrop.v0i0.1321>.
- 5 Díaz, A. A.; Duarte, F. J. D. y Chaparro, G. M. P. 2014. Evaluación de la actividad fungistática del extracto de la cáscara del mangostino (*Garcinia mangostana* L.) en *Botrytis cinerea* para la biopreparación de la coliflor (*Brassica oleracea* var. *botrytis*). Revista Alimentos Hoy. 23(33):59-80.
- 6 Díaz-Fuentes, V. H. y Díaz-Hernández, B. G. 2011. El mangostán (*Garcinia mangostana* L.): Una alternativa para la reconversión productiva en la región tropical húmeda de México. México. Tecnologías de producción para el trópico. INIFAP. 74-78 pp.
- 7 Díaz-Fuentes, V. H. y Picón, R. L. 2007. Influencia de los factores climáticos en la fenología del mangostán (*Garcinia mangostana* L.) en la zona centro del estado de Veracruz, México. In: Memoria del II Simposio Internacional de Fruticultura tropical y subtropical. Colectivo de autores. Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical. La Habana, Cuba. 98 p.
- 8 García-Núñez, H. G.; Martínez-Campos, A. R.; Hermosa-Prieto, M. R.; Monte-Vázquez, E.; Aguilar-Ortigoza, C. J. and González-Esquivel, C. E. 2017. Morphological and molecular characterization of native isolates of *Trichoderma* and its potential biocontrol against

- Phytophthora infestans*. Revista Mexicana de Fitopatología. 35(1):58-79. Doi: <https://doi.org/10.18781/R.MEX.FIT.1605-4>.
- 9 Hernández-López, M.; Bautista-Baños, S.; Ventura-Aguilar, R. I. y Abarca-Franco, A. G. 2019. Efecto de los diferentes medios de cultivo en la producción de biomasa y ergosterol en *Rhizopus stolonifer*. Revista Mexicana de Fitopatología . 37(esp. 1):22-28. Doi: 10.18781/R.MEX.FIT.1903-4.
 - 10 Montiel-Frausto, L. B. and Vásquez-López, A. 2021. *Botrytis cinerea*, agente causal de muerte en retoños de *Vaccinium corymbosum* L. cv Biloxi en Oaxaca, México. Revista Fitotecnia Mexicana. 44(2):261-264.
 - 11 Northover, J. and Zhou, T. 2002. Control of *Rhizopus* rot of peaches with postharvest treatments of tebuconazole, fludioxonil, and *Pseudomonas syringae*. Canadian Journal of Plant Pathology. 24(2):144-153. <https://doi.org/10.1080/07060660309506989>.
 - 12 Osman, M. B. and Rahman, M. A. 2006. Mangosteen-Garcinia mangostana. Southampton Center for Underutilised Crops. University of Southampton. Southampton, UK. 1(1):4-10.
 - 13 Pedraza-Chaverri, J.; Cárdenas-Rodríguez, N.; Orozco-Ibarra, M. and Pérez-Rojas, J. M. 2008. Medicinal properties of mangosteen (*Garcinia mangostana*). Food and chemical toxicology. 46(10):3227-3239. Doi: 10.1016/j.fct.2008.07.024.
 - 14 Pitt, I. J. and Hocking, D. A. 2009. Fungi and Food Spoilage. New York, USA. 519 p.
 - 15 Rai, S.; Kashyap, L. P.; Kumar, S.; Srivastava, K. A. and Ramteke, W. P. 2016. Identification, characterization and phylogenetic analysis of antifungal *Trichoderma* from tomato rhizosphere. SpringerPlus. 5(1):1-16. Doi: 10.1186/s40064-016-3657-4.
 - 16 Sánchez, M. M. D.; Moreno, M. L. F. y Páramo, A. L. A. 2021. Identificación morfológica y molecular de especies autóctonas *Trichoderma* spp., aisladas de suelos de importancia agrícola. El Higo Revista Científica. 11(1):26-42. Doi: 10.5377/elhigo.v11i1.11715.
 - 17 SIAP. 2022. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Producción Agrícola, cultivo: Mangostán. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>.
 - 18 Suárez, R. D.; Marín, M. O.; León, P. P. A.; David, U. M.; López, H. D. F.; Ortiz, A. J.; Esperanza, P. A. y Sierra, S. M. A. 2018. Experimentación para el aprovechamiento fitoquímico del mangostino. Fundación Universitaria Agriara de Colombia-UNIGRARIA. Bogotá, Colombia. 13-17 pp.
 - 19 Terrones-Salgado, J.; Nieto-Angel, D.; Nava-Díaz, C.; Téliz-Ortiz, D.; García-Velasco, R.; Vallejo-Pérez, M. R. and Sánchez-García, P. 2019. *Botrytis cinerea* causing gray mold in blackberry fruit in Mexico. Mexican Journal of Phytopathology. 37(3):365-382. Doi: <https://doi.org/10.18781/r.mex.fit.1906-1>.
 - 20 Williams, P.; Oongsakul, M.; Proudfoot, J.; Croft, K. y Beilin, L. 1995. Mangostin inhibits the oxidative modification of human low-density lipoprotein. Free Radic. Res. 23(2):175-184. Doi: 10.3109/10715769509064030.
 - 21 Williamson, B.; Tudzynski, B.; Tudzynski, P. and Van Kan, J. A. 2007. *Botrytis cinerea*: the cause of grey mould disease. Molecular plant pathology. 8(5):561-580. Doi: 10.1111/j.1364-3703.2007.00417.x.
 - 22 Yaacob, O. y Tindall, H. D. 1995. Mangosteen cultivation. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy. 17-22 pp.
 - 23 Zhang, Y. N.; Wang, J. Z.; Swingle, B.; Niu, B. Y.; Xu, J.; Ma, X.; Wei, H. y Gao, M. 2023. First Report of *Rhizopus arrhizus* (syn. *R. oryzae*) causing garlic bulb soft rot in hebei province. China. Plant Disease. 107(3):949. Doi: 10.1094/PDIS-05-22-1024-PDN.



Identificación morfológica de hongos aislados de plantas de *Garcinia mangostana*

Journal Information
Journal ID (publisher-id): remexca
Title: Revista mexicana de ciencias agrícolas
Abbreviated Title: Rev. Mex. Cienc. Agríc
ISSN (print): 2007-0934
Publisher: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Article/Issue Information
Date received: 01 May 2024
Date accepted: 01 June 2024
Publication date: 29 August 2024
Publication date: Jul-Aug 2024
Volume: 15
Issue: 5
Electronic Location Identifier: e3575
DOI: 10.29312/remexca.v15i5.3575

Categories

Subject: Nota de investigación

Palabras clave:

Palabras clave:

Botrytis cinerea
Rhizopus oryzae
Trichoderma asperellum
mangostino
rizosfera

Counts

Figures: 2
Tables: 0
Equations: 0
References: 23
Pages: 0