



Artículo Científico

Control biológico y químico *in vitro* de hongos asociados a la gomosis en cítricos en Yucatán, México

Célida Aurora Hernández-Castillo, Departamento de Parasitología Agrícola, Universidad Autónoma Chapingo, Carretera México- Texcoco, km. 38.5. Texcoco, Edo. de México, México, CP 56230; **Patricia Rivas-Valencia***, Campo Experimental Valle de México, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Carretera Los Reyes- Texcoco, km. 13.5. Coatlínchán, Edo. de México, México, CP 56250; **Leticia Robles-Yerena**, Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria, Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria, Carretera Federal México-Pachuca, km. 37.5. Tecámac, Edo. de México, México, CP 55740; **Mariana Guadalupe Sánchez-Alonso**, Campo Experimental Valle de México, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Carretera Los Reyes- Texcoco, km. 13.5. Coatlínchán, Edo. de México, México, CP 56250; **Emiliano Loeza-Kuk**, Campo Experimental Mocoehá, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Carretera Mérida-Motul, km. 25. Mérida, Yucatán, México, CP 97454.

*Autor de
correspondencia:
Patricia Rivas-Valencia
rivas.patricia07@
gmail.com

Sección:
Número Especial

Recibido:
31 Mayo, 2024

Aceptado:
26 Octubre, 2024

Publicado:
05 Noviembre, 2024

Cita:
Hernández-Castillo CA,
Rivas-Valencia R, Robles-
Yerena L, Sánchez-Alonso
MG y Loeza-Kuk E. 2024.
Control biológico y quí-
mico *in vitro* de hongos
asociados a la gomosis
en cítricos en Yucatán,
México.
Revista Mexicana de
Fitopatología 42 (4): 38.
[https://doi.org/10.18781/R.
MEX.FIT.2024-03](https://doi.org/10.18781/R.MEX.FIT.2024-03)



RESUMEN

Antecedentes/Objetivo. En todas las regiones productoras de cítricos en el mundo la gomosis es una enfermedad que ha causado pérdidas en la producción de cítricos. Esta enfermedad es causada por varios patógenos. Los objetivos fueron, identificar los hongos asociados a la gomosis en huertas de cítricos de Plan Chac, Sacalum, Yucatán; y evaluar alternativas químicas y biológicas para el control de los hongos asociados a la gomosis.

Materiales y Métodos. A partir de tejido vegetal y suelo, se aislaron los hongos asociados. Los aislamientos se identificaron morfológicamente en el tejido vegetal como *Lasioidiplodia pseudotheobromae* y en suelo como *Fusarium solani* y *Pestalotia* spp. La prueba de patogenicidad determinó que *L. pseudotheobromae* es un agente asociado a esta enfermedad. Los aislamientos fueron sometidos a pruebas *in vitro* con fungicidas químicos y agentes antagonistas.

Resultados y Discusión. El Tiabendazol mostró efectividad para *F. solani* con una concentración efectiva para inhibir el 50 % de la población (CE_{50}) de 0.0612 mg L^{-1} , para *Pestalotia* spp. se inhibió el crecimiento a todas las concentraciones evaluadas y para *L. pseudotheobromae*, mostró una CE_{50} de 0.0049 mg L^{-1} . En el caso de *Bacillus subtilis* cepa QST 713, disminuyó el crecimiento de *F. solani* (CE_{50} 0.0496 mg L^{-1}), *Pestalotia* spp. (CE_{50} 0.0487 mg L^{-1}) y *L. pseudotheobromae*

(CE_{50} 0.0528 mg L⁻¹). Por otro lado, *Trichoderma harzianum* mostró una mayor inhibición contra *F. solani*, *Pestalotia* spp. y *L. pseudotheobromae* del 61.08, 62.93 y 35.64 %, respectivamente.

Conclusión. En el manejo de gomosis en cítricos se puede incluir con eficiencia el uso de agentes biológicos como *Trichoderma* y *B. subtilis* ofreciendo alternativas con menor impacto en el medio ambiente.

Palabras clave: *Bacillus*, inhibición micelial, *Lasiodiplodia*, Tiabendazol, *Trichoderma*.

INTRODUCCIÓN

Distintos agentes fitopatógenos han sido asociados a la gomosis de los cítricos. Se ha reportado principalmente a especies del género *Phytophthora* (Bright *et al.*, 2004; Brentu y Vicent, 2015; Graham y Feichtenberger, 2015). Sin embargo, los miembros de la familia Botryosphaeriaceae han mostrado relevancia debido a su capacidad de adaptación para enfermar a otros cultivos cercanos a las parcelas de hospedantes nativos originales (Mondragon-Flores *et al.*, 2021).

La gomosis se encuentra distribuida en todas las zonas citrícolas del mundo. Ha causado pérdidas en Italia (Aloi *et al.*, 2021), Argelia (Linaldeddu *et al.*, 2015; Berraf-Tebbal *et al.*, 2020), Irán (Abdollahzadeh *et al.*, 2010) y Estados Unidos (Adesemoye *et al.*, 2014), y en México se encuentra distribuida en las zonas productoras de cítricos dulces y en limones Mexicano y Persa de los estados de: Colima (Rocha-Peña *et al.*, 2003), Morelos (Valle-de la Paz *et al.*, 2019a), Puebla, Veracruz (Bautista-Cruz *et al.*, 2019), Nuevo León y Tamaulipas (Polanco *et al.*, 2019) con importantes daños que fluctúan del 2 al 14 % de incidencia (Medina-Urrutia *et al.*, 2002).

Los síntomas en tallos y ramas se observan en lesiones necrosadas y la aparición de un exudado gomoso, posteriormente marchitez, amarillamiento de hojas, defoliación y finalmente muerte parcial o completa del árbol (Bautista-Cruz *et al.*, 2019; Berraf-Tebbal *et al.*, 2020; Aloi *et al.*, 2021). El patógeno sobrevive en el rastrojo de plantas enfermas, y se disemina por medio de las herramientas de poda; pero también mediante lluvia, riego, viento e insectos (Moreira-Morillo *et al.*, 2021). La enfermedad prevalece en mayor medida a temperaturas entre los 26 a 32 °C y alta humedad relativa (80 %) (Úrbez-Torres *et al.*, 2010; Picos-Muñoz *et al.*, 2015).

El control de la gomosis se ha eficientado con el uso de fungicidas químicos preventivos como Carbendazim (Da Silva Pereira *et al.*, 2011; Valle-de la Paz *et al.*, 2019b), Tiabendazol (Da Silva Pereira *et al.*, 2011; Camacho-Tapia *et al.*, 2021), Benomilo y compuestos a base de cobre (Everett y Timudo-Torrevilla, 2007; Sáenz

et al., 2019; Valle-de la Paz *et al.*, 2019). También se han usado microorganismos antagonistas como *Trichoderma* spp. y *Bacillus subtilis* (Bhuvaneshwari y Rao, 2001; Rusin *et al.*, 2021). Sin embargo, la aplicación de fungicidas químicos se debe revisar según el patógeno de estudio, así como evitar la generación de resistencia. Procurar alternativas biológicas para el control es importante para la conservación de la biodiversidad. Este estudio se ha desarrollado con los objetivos de identificar los patógenos asociados a la gomosis en huertas de cítricos de Plan Chac, Sacalum, Yucatán; y evaluar alternativas de control químico y biológico que ofrezcan alternativas al manejo de la enfermedad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material vegetal y aislamiento de hongos. Se usaron muestras del tejido vegetal (corteza) y de suelo provenientes de un huerto semicomercial con árboles de naranjo (*Citrus sinensis*), limón (*C. latifolia*) y toronjo (*C. paradisi*) con síntomas de exudado y necrosis. El huerto se encuentra ubicado en la localidad de Plan Chac, Sacalum, Yucatán. Las muestras fueron extraídas en julio y octubre de 2023. Para los aislamientos del tejido se cortaron fragmentos (5 mm²) que se desinfectaron con hipoclorito de sodio al 1 % por un minuto y se lavaron tres veces con agua destilada estéril (Bautista-Cruz *et al.*, 2019). Los tejidos se dejaron secar en papel absorbente estéril y después se sembraron en cajas con medio PDA natural (200 g papa, 20 g agar-agar, 15 g de dextrosa en 1000 mL de agua) y se incubaron a 24 °C por 24 h.

Las muestras de suelo fueron tomadas alrededor del tronco de árboles con síntomas y a una profundidad de 30 cm. Para el aislamiento de los hongos del suelo, la técnica consistió en diluciones seriadas; así en el primer tubo se añadió 1 g de suelo en 9 mL de agua destilada estéril, posteriormente se transfirió 1 mL de esa solución (suelo-agua) a una serie de tubos con las mismas características (Aziz y Zainol, 2018). Se hicieron tres diluciones de cada muestra (10⁻¹ hasta 10⁻³). Se transfirieron 20 µL de la solución final en cajas con medio PDA natural que se incubaron a 24 °C durante 24 h y se observaron al microscopio para detectar crecimiento fúngico.

Purificación de aislados e identificación. La purificación de los aislados se obtuvo mediante punta de hifa y se sembraron en medio PDA (BD BIOXON®, Cuautitlán Izcalli, México) y se mantuvieron durante un periodo de 7 a 14 días a 24 °C en incubadora (BINDER, Modelo BD53-UL, Tuttlingen, Alemania). La caracterización morfológica de los aislamientos purificados se llevó a cabo con los siguientes medios de cultivo: PDA con antibióticos (39 g, 200 mg de estreptomina y 1000 mL de agua,) y Agar Hoja de Clavel (CLA) (20 g agar, 1000 mL de agua, cinco fragmentos de hojas de clavel por cada caja). En el medio PDA, se determinó la pigmentación

y la tasa de crecimiento de las colonias. Para estudiar la morfología del género *Fusarium* se usó medio CLA y cámaras húmedas (caja Petri, papel húmedo y trozos de aluminio) que se evaluaron a los cinco días para la medición de fíalides. Adicionalmente, se midieron macro y microconidios y clamidosporas; para *Pestalotia* se midieron conidios; y para *Lasiodiplodia* se midieron conidios maduros y picnidios. Después del periodo de incubación se hicieron preparaciones semipermanentes de glicerina al 50 % de cada aislado y se examinaron con un microscopio óptico (Leica DM500, Heerbrugg, Alemania) con cámara digital instalada, con un objetivo de 40x y las imágenes se procesaron a través del Software LAS EZ (versión 3.4; Leica Microsystems, Alemania).

Prueba de patogenicidad. Con base en la mayor incidencia encontrada en los aislados, se inocularon con *L. pseudotheobromae* cuatro plantas de *C. sinensis* injertada en naranja agria *C. aurantium*. Se desinfectó la superficie del tejido sano de la planta con alcohol al 70 %, y se practicó una herida en donde se colocó un disco de crecimiento activo de *L. pseudotheobromae* en PDA (5 mm) de cinco días de edad (Bautista-Cruz *et al.*, 2019; Berraf-Tebbal *et al.*, 2020). Se sellaron las heridas con algodón húmedo y papel tipo Parafilm (Bemis, EEUU). Las plantas testigo recibieron un disco PDA estéril. Las plantas fueron evaluadas en condiciones de microtúnel durante 21 días, con temperatura media de 24 °C (máx. 47 °C, mín. 11 °C) y humedad relativa de 97 % (máx. 100 %, mín. 85 %). Una vez culminado el periodo, se observó la presencia de signos y síntomas pertenecientes a la gomosis. Se utilizaron las hojas y tallos con lesiones, y se reaislaron los hongos en medio PDA. Cuando se desarrolló la colonia, se llevó a cabo la caracterización morfológica y cultural, para confirmar la presencia de estructuras que coincidan con el aislado original.

Evaluación *in vitro* de fungicidas químicos y antagonistas. La técnica consistió en la siembra de los aislados en medio PDA con fungicida a diversas concentraciones (Dhingra y Sinclair, 1995). Se extrajo un disco de inóculo de 5 mm de la periferia de la colonia pura del hongo en cuestión. Se evaluaron cuatro fungicidas químicos (Benomilo, Mancozeb, Carbendazim, Tiabendazol) y un producto biológico a base de *B. subtilis* cepa QST 713. Para los tres aislados, se usaron 7 concentraciones con tres repeticiones, incluido el testigo (Cuadro 1). Las concentraciones se calcularon según el volumen de medio PDA e ingrediente activo. Se incubaron a una temperatura de 24 °C. Se obtuvieron los porcentajes de inhibición del crecimiento micelial (PICM) y la concentración efectiva (CE). Una vez que el crecimiento micelial del testigo ocupó el área total de la caja de Petri, se calculó el porcentaje de crecimiento de cada uno de los tratamientos con la fórmula de Arce-Araya *et al.*, (2019): % crecimiento del hongo = [(Diámetro del hongo en PDA

Cuadro 1. Tratamientos evaluados para el control de hongos fitopatógenos asociados a la gomosis de los cítricos en Plan Chac, Sacalum, Yucatán.

Hongo	Producto comercial	Principio activo (i.a.)	Concentraciones evaluadas (mg/L)
<i>Fusarium solani</i>	Carbendazim	Carbendazim a 500 g	0, 0.1, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0
	Tecto	Tiabendazol a 600 g	0, 0.01, 0.1, 0.5, 1.0, 2.5, 5.0
	Benomilo	Benomil a 500 g	0, 0.01, 1.0, 5.0, 10, 50, 100
	Serenade	<i>Bacillus subtilis</i> cepa QST 713 a 146 g	0, 0.005, 0.01, 0.05, 0.1, 0.5, 1.0
<i>Pestalotia</i> spp.	Benomilo	Benomilo a 500 g	0, 0.01, 0.1, 1.0, 5.0, 10.0, 100
	Mancozeb	Mancozeb a 800 g	0, 0.1, 1, 10, 50, 100, 500
	Tecto	Tiabendazol a 600g	0, 0.01, 0.1, 1.0, 5.0, 10.0, 100
	Serenade	<i>Bacillus subtilis</i> cepa QST 713 a 146 g	0, 0.005, 0.01, 0.05, 0.1, 0.5, 1.0
<i>Lasiodiplodia pseudotheobromae</i>	Mancozeb	Mancozeb a 800 g	0, 0.1, 1.0, 10, 50, 100, 500
	Benomilo	Benomilo a 500 g	0, 0.001, 0.01, 0.1, 1.0, 5.0, 10
	Tecto	Tiabendazol a 600 g	0, 0.001, 0.01, 0.1, 1.0, 5.0, 10
	Serenade	<i>Bacillus subtilis</i> cepa QST 713 a 146 g	0, 0.005, 0.01, 0.05, 0.1, 0.5, 1.0

sin fungicida-Diámetro del hongo en PDA con fungicida) / (Diámetro del hongo en PDA sin fungicida) * 100]. La CE que inhibe el 50 % del crecimiento micelial (CE_{50}) se calculó mediante el Software GraphPad Prism (versión 8.0.1; GraphPad, San Diego, CA).

Prueba dual *in vitro* de *Trichoderma*. Para evaluar la capacidad antagónica de *Trichoderma*, se utilizó la técnica de cultivo dual descrita por Morton y Stroube (1955). Se realizó la prueba con los agentes fitopatógenos obtenidos, y dos agentes antagonistas: *Trichoderma harzianum* y *T. viride* que pertenecen a la colección del INIFAP. La prueba consistió en colocar un disco de micelio de cada hongo (5 mm) en un extremo de la caja Petri y en el otro extremo se colocó un disco del agente antagonista (5 mm), a una separación de 2 cm. Para cada tratamiento se incluyeron tres repeticiones y un testigo. Se mantuvieron a una temperatura de 24 °C. Al culminar el periodo se calculó el % de inhibición radial (PICR) con la fórmula de Osorio *et al.* (2016): $PICR = [(Diámetro\ del\ hongo\ sin\ Trichoderma - Diámetro\ del\ hongo\ con\ Trichoderma) / (Diámetro\ del\ hongo\ sin\ Trichoderma) * 100]$.

Análisis estadístico. El diseño experimental utilizado fue completamente al azar. Se realizó un análisis de varianza y una comparación de medias con la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$). Los resultados se analizaron con el software estadístico SAS (versión 9.0; SAS Institute, Cary, N.C.).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización morfológica de hongos asociados a la gomosis. De las muestras vegetales, se obtuvieron colonias que corresponden a un solo hongo, con las siguientes características: un crecimiento circular de color blanco y de borde filamentososo con textura esponjada que se tornó a color verde militar y finalmente a negro (Figura 1a). Se presentaron picnidios de 133 μm de ancho x 212.69 μm de largo con

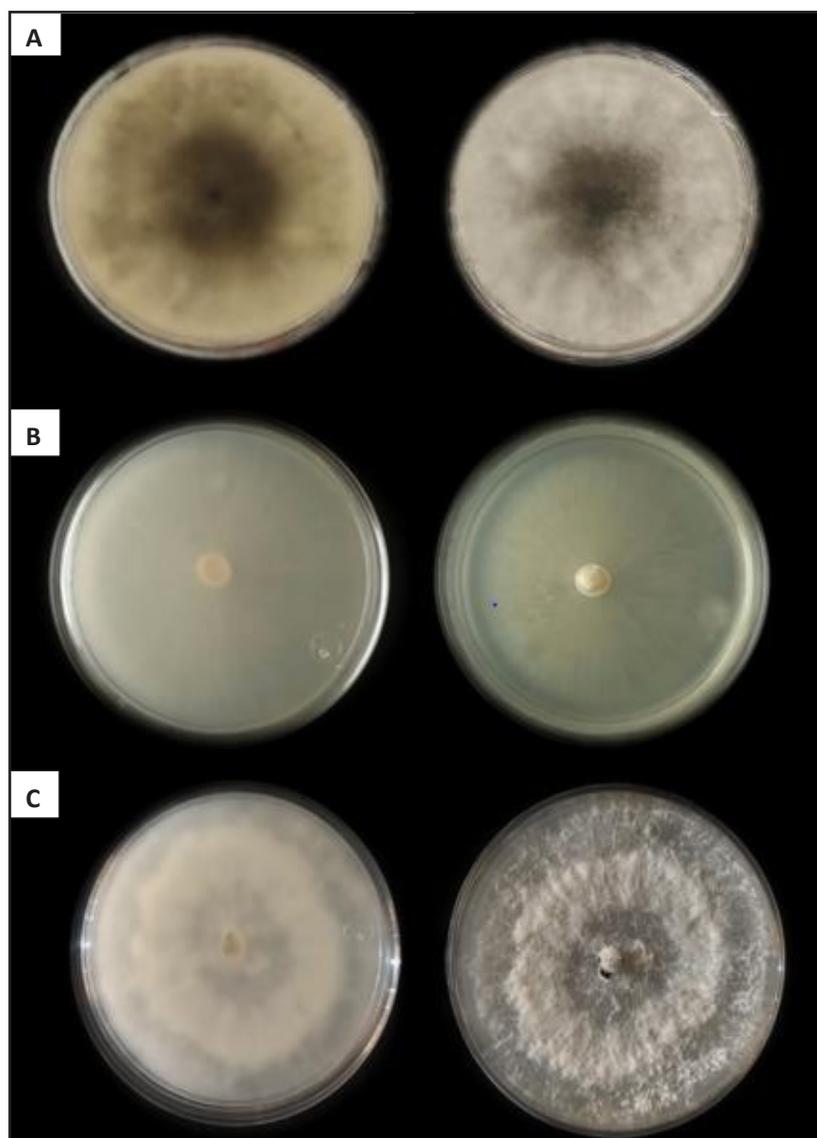


Figura 1. Anverso y reverso de aislamientos en medio de cultivo PDA de hongos asociados a la gomosis de los cítricos. **A)** Colonia de *Lasiodiplodia pseudotheobromae* de seis días de edad, obtenida de tejido de la corteza. **B)** Colonia de *Fusarium solani* de seis días de edad. **C)** Colonia de *Pestalotia* spp. de seis días de edad, ambos obtenidos del suelo.

conidios que medían (17.75-) 25.30 (-34.97) μm de largo x (11.37-) 13.30 (-18.08) μm de ancho, de forma subovoide a elipsoide, con ápice y base truncada (Figura 2). Los conidios son inicialmente hialinos y aseptados, y posteriormente septados de color café con estriado longitudinal. Además, se presentaron otras estructuras como células conidiógenas y paráfisis. Estas características corresponden a las descritas por Phillips *et al.* (2013) y Liang *et al.* (2020) para *L. pseudotheobromae*.

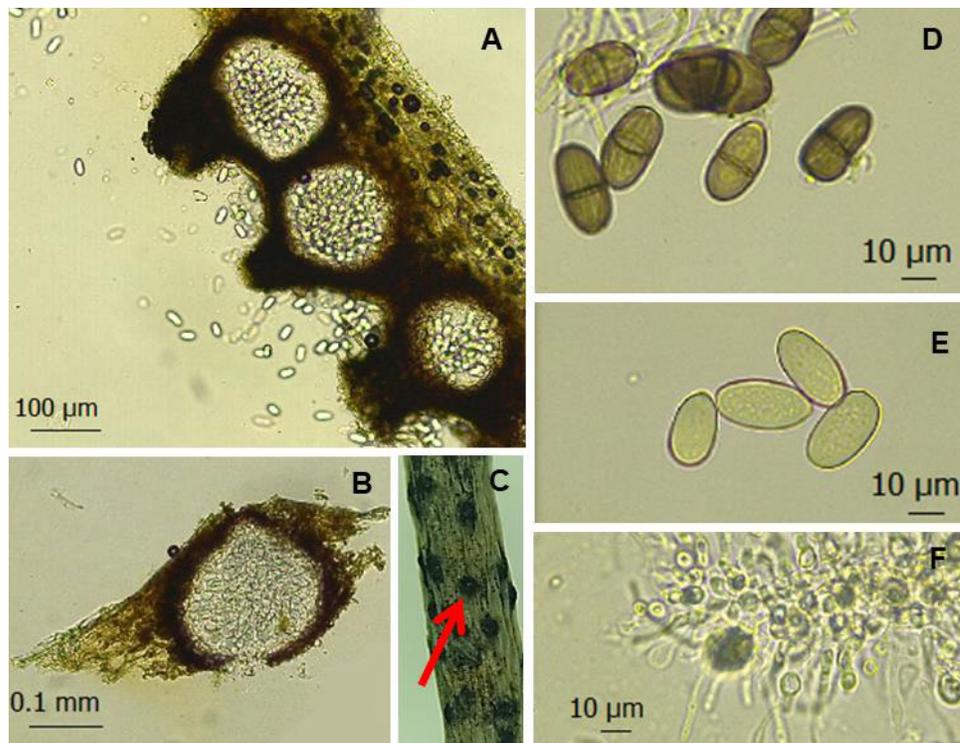


Figura 2. Morfología microscópica de cuerpos fructíferos de *Lasiodiplodia pseudotheobromae*. A, B y C) Conidiomas picnidiales globosos, D) conidios maduros septados con estriados longitudinales, E) células conidiógenas y paráfisis y F) conidios aseptados inmaduros.

De las muestras de suelo, se obtuvieron colonias con crecimiento circular de color crema con borde filamentosos y de textura plana que se tornó a una tonalidad café claro (Figura 1b). Los macroconidios triseptados ligeramente curvos de (28.99-) 35.02 (-42.76) μm de largo por (4.18-) 5.18 (-6.99) μm de ancho. Los microconidios con uno o sin septo de (6.86-) 10.02 (-14.08) μm de largo por (5.24-) 3.75 (-2.41) μm de ancho. Las fialides largas y cilíndricas de 97.30 μm , y clamidosporas de doble pared, terminales o intercalares de 8.69 μm de diámetro (Figura 3). La anterior descripción coincide con *F. solani* (Leslie y Summerell,



Figura 3. Morfología microscópica de *Fusarium solani* asociado a la gomosis de los cítricos. **A)** Fiáli- des y conidios agrupados en cabezuelas, **B)** Macroconidios maduros septados, **C)** Microconidios maduros.

2006). Adicionalmente, se obtuvo una tercera colonia de color blanco con forma- ción de anillos circulares, de textura algodonosa y bordes filamentosos (Figura 1c). Presencia de acérvulos de 506 µm y conidios curvos de (13.19-) 21.61 (-28.07) µm de largo por (5.93-) 8.01 (-9.97) µm de ancho, con cinco células de extremos hialinos (terminal y apical). El extremo terminal presentó tres apéndices que medían 4.96-30.3 µm, 5.33-31.06 µm y 5.28-29.81 µm. Por otro lado, el extremo apical de un solo apéndice corto de 2.86-7.83 µm de largo. Está descripción coincide con el género *Pestalotia*, sin que se pueda diferenciar una especie de acuerdo con Guba (1961) y Barnett y Hunter (1998).

Prueba de patogenicidad de aislamientos. A los 21 días se observaron lesiones necrosadas con exudados ámbar en tallos, así como presencia de picnidios en tallos y hojas (Figura 4). Similar a lo obtenido por Bautista-Cruz *et al.* (2019) y Berraf- Tebbal *et al.* (2020). Se confirmó que el agente causal de la enfermedad de la gomo- sis corresponde a *L. pseudotheobromae*, a través de los postulados de Koch.

Efectividad de fungicidas. Los resultados obtenidos permitieron identificar al fungicida con mayor efectividad para disminuir el crecimiento micelial de *F. solani*, *Pestalotia* spp. y *L. pseudotheobromae*. Para *F. solani*, el análisis de varianza mostró diferencias significativas entre Carbendazim, Tiabendazol y Serenade ($P \leq 0.05$). El Tiabendazol fue el fungicida químico más efectivo debido a que a dosis mínimas logró inhibir a *F. solani* (Cuadro 2, Figura 5). Los benzimidazoles como el

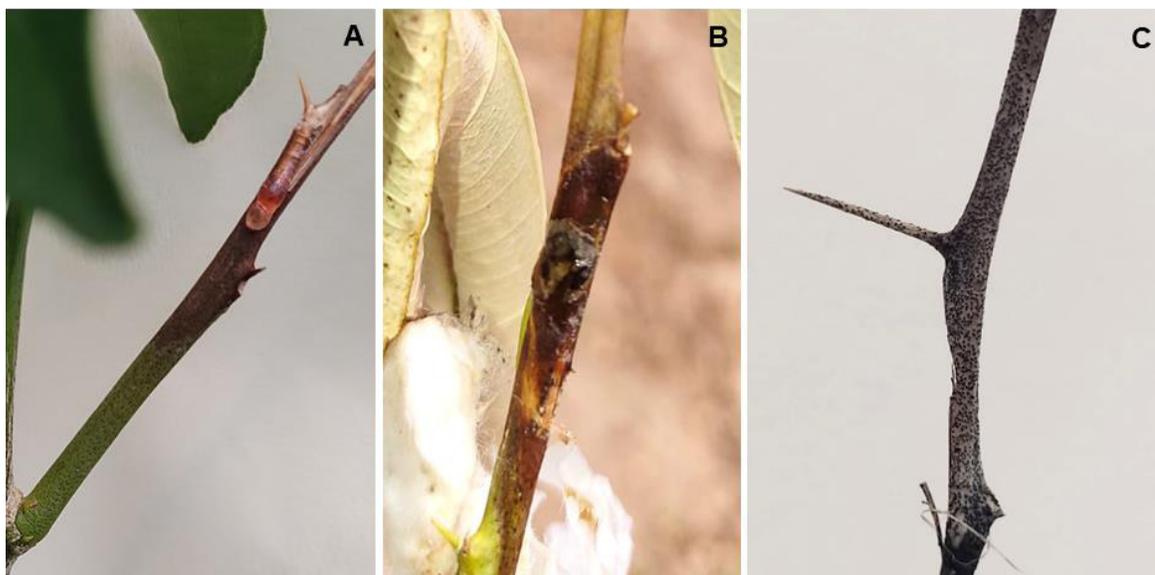


Figura 4. Síntomas y signos ocasionados por *Lasiodiplodia pseudotheobromae* en cítricos, A) necrosamiento de tallos, B) presencia de picnidios en tallos, y C) producción de exudado o goma.

Cuadro 2. Concentración media efectiva (CE_{50}) ($mg L^{-1}$) de cada fungicida probado para la inhibición del crecimiento micelial *in vitro* de *Fusarium solani* obtenidos de huertas de cítricos en Plan Chac, Sacalum, México.

Fungicidas	Media CE_{50}	Valor óptimo CE_{50}	Intervalo de confianza al 95%
Benomilo	0.4807 a ^z	0.4150	0.2687 a 0.6068
Carbendazim	0.4274 ab	0.4243	0.3477 a 0.5037
Tiabendazol	0.0612 b	0.0610	0.05179 a **
Serenade	0.04970 b	0.0496	0.04613 a 0.05303

^zMedias con la misma letra dentro de la columna, son estadísticamente iguales según la prueba Tukey ($P \leq 0.05$). NA= No aplica. ** = Indefinido. Valor de $P = 0.0121$.

Carbendazim y Tiabendazol han sido efectivos para controlar al género *Fusarium* (Agrios, 2005). Zárate-Ramos *et al.* (2022) determinaron que el Tiabendazol fue efectivo con CE_{50} de $14.50 mg L^{-1}$ contra *F. incarnatum*, mientras que Medina-Osti *et al.* (2022) reportaron que Tiabendazol fue efectivo a una CE_{50} de $7.2 mg L^{-1}$ contra *F. sacchari*. También, el producto biológico Serenade fue efectivo (Cuadro 2, Figura 5). Se ha reportado que las bacterias del género *Bacillus* producen componentes antimicrobianos contra *Fusarium* (Mardanova *et al.*, 2017). En el caso de *F. solani*, para inhibir más del 50 % del hongo, fue necesario una concentración

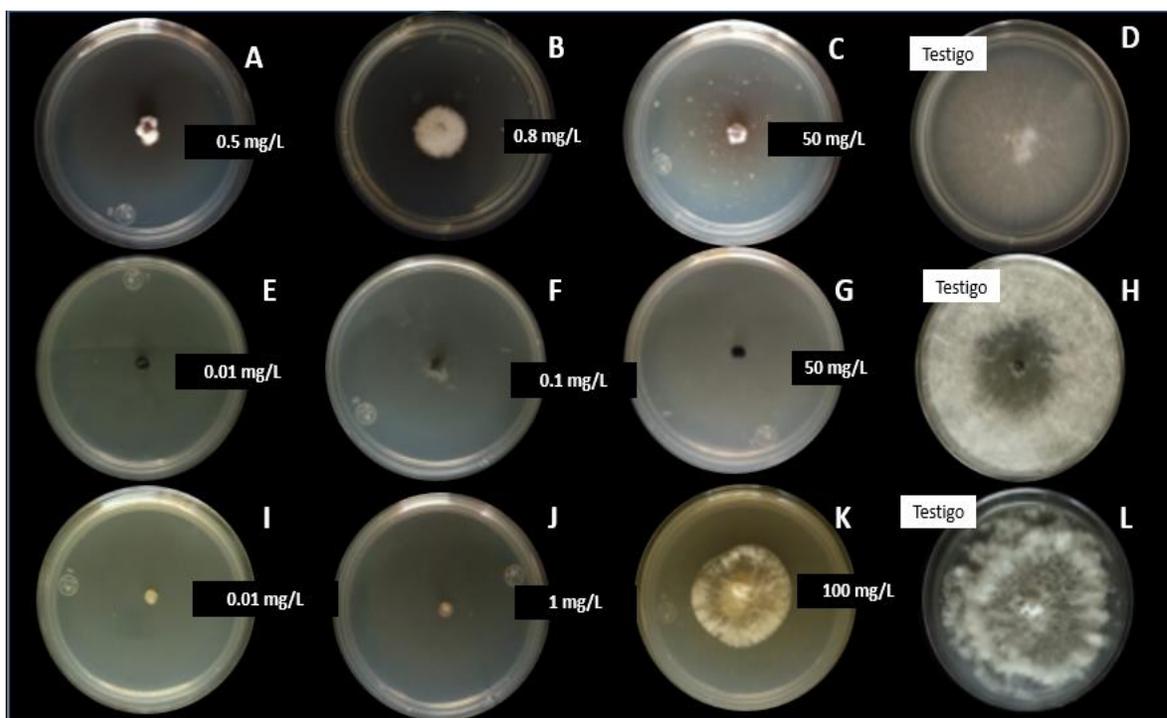


Figura 5. Efecto *in vitro* de fungicidas contra hongos asociados a la gomosis de los cítricos en cinco días. Crecimiento de *Fusarium solani*: **A)** Medio con Tiabendazol al 0.5 mg L⁻¹. **B)** Medio con Carbendazim al 0.8 mg L⁻¹. **C)** Medio con Benomil al 50 mg L⁻¹. **D)** Testigo. Crecimiento de *Lasiodiplodia pseudotheobromae*: **E)** Medio con Tiabendazol al 0.01 mg L⁻¹. **F)** Medio con Benomil al 0.1 mg L⁻¹. **G)** Medio con Mancozeb al 50 mg L⁻¹. **H)** Testigo. Crecimiento de *Pestalotia* spp.: **I)** Medio con Tiabendazol al 0.01 mg L⁻¹. **J)** Medio con Benomil al 1 mg L⁻¹. **K)** Medio con Mancozeb al 100 mg L⁻¹. **L)** Testigo.

de 0.0497 mg L⁻¹ (Cuadro 2). Carbendazim mostró ser eficiente para inhibir su crecimiento micelial (Cuadro 2, Figura 5). En general, el Carbendazim ha mostrado buenos resultados contra *F. oxysporum* en tomate (Jahanshir y Dzhaliyov, 2010) y contra *F. solani* en chile (Madhavi y Bhattiprolu, 2011). González-Oviedo *et al.* (2022) reportaron que cepas de *F. oxysporum*, provenientes de vainilla, fueron sensibles a Benomilo y Carbendazim. Sin embargo, el Benomilo fue menos efectivo, dado que el mayor porcentaje de inhibición se presentó a concentraciones elevadas (Cuadro 2, Figura 5). La aplicación de Benomilo al suelo restringió la colonización de *F. oxysporum* en melón (Maraitte y Meyer, 1971). Se ha demostrado que el Benomilo reduce el índice de germinación de las conidias de *Fusarium* (Decallonne y Meyer, 1972). Romero-Velázquez *et al.* (2015) determinaron que se presentó una CE₅₀ del 0.01 mg L⁻¹ por *B. subtilis* contra *Fusarium* en chayote. Por otro lado, Zarate-Ramos *et al.* (2022) indicaron que *B. subtilis* fue eficiente con CE₅₀ 0.00014 mg L⁻¹, e inhibió completamente a *Fusarium* a 0.01, 0.05 y 1 mg L⁻¹,

Por otra parte, el análisis de varianza ($P \leq 0.05$) para *Pestalotia* spp. mostró que existen diferencias significativas entre Benomilo y Mancozeb. El Tiabendazol mostró ser el más efectivo en todas las concentraciones evaluadas (Cuadro 3). Hernández-Ceja *et al.* (2021), reportaron que Tiabendazol a partir de 5 mg mL⁻¹ logró inhibir el 100 % de hongos asociados a la muerte regresiva del arándano: *Pestalotiopsis clavispora*, *Colletotrichum gloeosporioides* y *L. pseudotheobromae*. Con Serenade se obtuvo un valor óptimo de CE₅₀ 0.04870 mg L⁻¹. Monroy y Lizarazo (2010), no encontraron propiedades antagonistas contra *Pestalotia* spp., con la siembra del hongo con bacterias *Pseudomonas fluorescens* y *B. subtilis* a una concentración 10⁶ UFC/mL⁸ en PDA. El Mancozeb fue el menos efectivo (Cuadro 3). La inhibición del 100 % del hongo se logró con la aplicación de la dosis más alta evaluada. En fresa, Ara *et al.* (2017) y Rajnish & Gauta, (2022), lograron inhibir a *Pestalotia* spp. completamente a concentraciones de 250, 500 y 1000 mg L⁻¹. Por otro lado, el Carbendazim y Mancozeb fueron los que controlaron a *P. anacardii* en mango (Patil *et al.*, 2019).

Cuadro 3. Concentración media efectiva (CE₅₀) (mg L⁻¹) de cada fungicida probado para la inhibición del crecimiento micelial *in vitro* de *Pestalotia* spp. obtenidos de huertas de cítricos en Plan Chac, Sacalum, Yucatán.

Fungicidas	Media CE ₅₀	Valor óptimo CE ₅₀	Intervalo de confianza al 95 %
Mancozeb	58.73 a ²	58.09	45.44 a 73.40
Benomilo	0.0819 b	0.06934	0.03579 a **
Serenade	0.0481 b	0.04870	0.04547 a 0.05117
Tiabendazol	NA	NA	NA

²Medias con la misma letra dentro de la columna, son estadísticamente iguales según la prueba Tukey ($P \leq 0.05$). NA= No aplica. ** = Indefinido. Valor de $P = 0.0001$.

En *L. pseudotheobromae* el análisis de varianza indica que no hubo diferencias significativas sobre la CE₅₀ entre Benomilo, Serenade y Tiabendazol, sin embargo, si difieren estadísticamente con Mancozeb ($P \leq 0.05$). El Tiabendazol fue efectivo, ya que mostro un valor de CE₅₀ menor (Cuadro 4, Figura 5) y presentó mayor inhibición a partir de 0.01 mg×L⁻¹ (98.55 %). Los benzimidazólicos han sido efectivos contra *L. theobromae*. En 120 aislados de *L. theobromae* se determinó que 91.6 % fueron sensibles a benzimidazólicos con CE₅₀ de 0.36 al 1.27 µg mL⁻¹ para Tiabendazol (Da Silva *et al.*, 2012). En condiciones de campo, Camacho-Tapia *et al.* (2021) demostraron que la aplicación de Tiabendazol, permitió un buen control de la gomosis en limón. El control con Benomilo se logró a concentraciones bajas

Cuadro 4. Concentración media efectiva (CE_{50}) ($mg L^{-1}$) de cada fungicida probado para la inhibición del crecimiento micelial *in vitro* de *Lasiodiplodia pseudotheobromae* obtenidos de huertas de cítricos en Plan Chac, Sacalum, Yucatán.

Fungicidas	Media CE_{50}	Valor óptimo CE_{50}	Intervalo de confianza al 95 %
Mancozeb	20.96 a ^z	25.59	-
Benomilo	0.0638 b	0.0638	0.04696 a **
Serenade	0.0528 b	0.0528	0.05052 a 0.05537
Tiabendazol	0.0049 b	0.0056	**

^zMedias con la misma letra dentro de la columna, son estadísticamente iguales según la prueba Tukey ($P \leq 0.05$). ** = Indefinido (GraphPad Prism no muestra un intervalo de confianza completo). Valor de $P = 0.0004$.

(Cuadro 4, Figura 5), la inhibición de *Lasiodiplodia* se logró la aplicación de $0.1 mg L^{-1}$ (86.58 %) y se inhibió completamente a $10 mg \times L^{-1}$ (99.56 %). Similar a lo obtenido por Da Silva Pereira *et al.* (2021), donde la CE_{50} de Benomilo para *L. theobromae* fue de 0.002 a $1.75 \mu g mL^{-1}$. También, algunas especies de *Botryosphaeriaceae* fueron controlados con Benomilo (CE_{50} a 0.36 a $0.55 \mu g mL^{-1}$) (Bester *et al.*, 2007). La aplicación de Benomilo y compuestos a base de oxiclورو de cobre contra *L. theobromae* es efectiva en distintas fases fenológicas del cultivo (Sáenz *et al.*, 2019). El Serenade fue menos efectivo, con valor de CE_{50} a $0.0528 mg L^{-1}$. El Mancozeb logró controlar a *L. pseudotheobromae* a altas concentraciones de 50, 100, $500 mg L^{-1}$, en comparación con los fungicidas evaluados. Esto último lo confirman Dianda *et al.* (2020) y Sultana y Ghaffar (2010), dado que se inhibió completamente a *Lasiodiplodia* a 100 y $500 mg L^{-1}$. El Mancozeb en conjunto con Carbendazim ha permitido un control más amplio (Jadeja y Bhatt, 2010; Valle-de la Paz *et al.*, 2019b). Por otro lado, Sultana y Ghaffar (2010), obtuvieron buenos resultados con la aplicación de *B. subtilis* en el control de pre y post-emergencia en el control de *L. theobromae*.

Efecto de *Trichoderma*. Tanto *T. harzianum* como *T. viride* inhibieron el desarrollo de los hongos asociados a la gomosis de los cítricos; sin embargo, de acuerdo con el ANVA, *T. harzianum* causó la mayor inhibición. Se ha reportado su efectividad como agente de control biológico contra hongos, nematodos e insectos (Ferreira y Musumeci, 2021). En *F. solani*, el ANVA indica que *T. harzianum* (61.08 %) mostró diferencias significativas en comparación con *T. viride* (22.17 %) ($P \leq 0.05$) (Cuadro 5, Figura 6). También, Fernández y Suárez (2009) reportaron que la aplicación de *T. harzianum* inhibió más del 50 % de *Fusarium* en maracuyá. En berenjenas, Ganesh y Dwivedi (2019) reportaron que se inhibió alrededor del 20 % de

Cuadro 5. Porcentaje de inhibición de crecimiento micelial por efecto de *Trichoderma* en contra *F. solani*, *Pestalotia* spp. y *L. pseudotheobromae*.

Patógeno	Tratamientos	Media
<i>Fusarium solani</i>	<i>T. harzianum</i>	61.08 a ^z
	<i>T. viride</i>	22.17 b
	Valor P	0.0001
	DMS	5.549
<i>Pestalotia</i> spp.	<i>T. harzianum</i>	62.93 a ^z
	<i>T. viride</i>	53.78 a
	Valor P	0.0001
	DMS	14.76
<i>Lasiodiplodia pseudotheobromae</i>	<i>T. harzianum</i>	35.64 a ^z
	<i>T. viride</i>	25.45 a
	Valor P	0.0001
	DMS	4.856

^zMedias con la misma letra dentro de la columna, no difieren estadísticamente según la prueba Tukey ($P \leq 0.05$). DMS; Diferencia mínima significativa.

Fusarium con *T. viride*. Madhavi y Bhattiprolu (2011) indican que la integración de distintos tratamientos como el baño de las plántulas con Carbendazim, la adición de vermicompost, el empapado con fungicida y la aplicación de *T. viride* es eficaz para el control de la enfermedad del marchitamiento por *Fusarium* en Chile. Para *Pestalotia*, el análisis de varianza ($P \leq 0.05$) indica que *T. harzianum* (62.93 %) mostró diferencias significativas en comparación con *T. viride* (53.78 %) (Cuadro 5, Figura 6). En mango, se logró inhibir al hongo con la aplicación de *Trichoderma* (72.88 %) (Bhuvaneswari y Rao, 2001). En el caso de *Lasiodiplodia*, el ANVA ($P < 0.05$) indica que *T. harzianum* (35.64 %) no mostró diferencias significativas en comparación con *T. viride* (25.45 %) (Cuadro 5, Figura 6). Boat *et al.* (2022), determinaron que *T. harzianum* redujo el 64.1 % de *L. theobromae*. Mientras que Bhuvaneswari y Rao (2001) reportaron que el 62.41 % del crecimiento micelial del hongo fue reducido. Asimismo, Da Silva *et al.* (2022) demostraron que *Trichoderma* redujo el crecimiento de *F. solani* (34 %) y *L. theobromae* (89 %) asociado a *Nopalea cochinillifera*. En Morelos, se encontró que *L. citricola* fue sensible a todas las dosis evaluadas de *T. harzianum* (0.55, 0.39 y 0.19 g/100 mL) (Valle-de la Paz, 2019a).

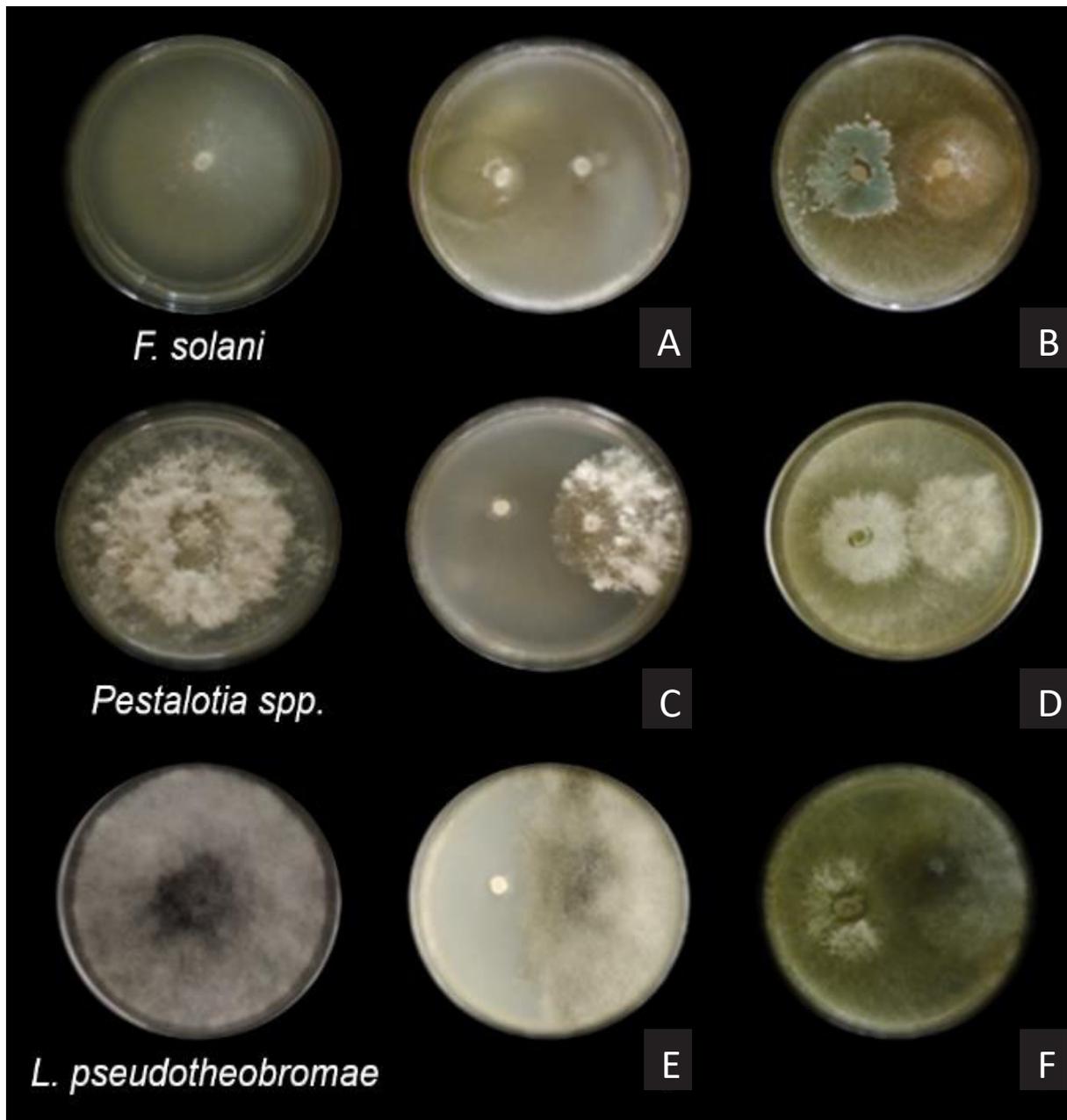


Figura 6. Efecto de *Trichoderma* spp. en el desarrollo de hongos asociados a la gomosis de los cítricos. **A)** *Fusarium solani* vs *T. harzianum*. **B)** *F. solani* vs *T. viride*. **C)** *Pestalotia* spp vs *T. harzianum*. **D)** *Pestalotia* vs *T. viride*. **E)** *Lasiodiplodia pseudotheobromae* vs *T. harzianum*. **F)** *L. pseudotheobromae* vs *T. viride*.

CONCLUSIONES

La identificación morfológica y las pruebas de patogenicidad mostraron que la enfermedad de la gomosis en cítricos provenientes de la localidad de Plan Chac en Sacalum, Yucatán es causada por *L. pseudotheobromae*. Además, se identificaron otros hongos fitopatógenos: *Pestalotia* spp. y *F. solani*. El tratamiento con Tiabendazol, *B. subtilis* cepa QST 713 y *T. harzianum* controlan eficientemente *F. solani*, *L. pseudotheobromae* y *Pestalotia* spp. El manejo de la gomosis en cítricos se puede realizar en combinación con el uso de agentes biológicos, disminuyendo así el uso del control químico y evitando una probable resistencia con su uso a largo plazo.

LITERATURA CITADA

- Abdollahzadeh J, Javadi A, Goltapeh EM, Zare R and Phillips AJL. 2010. Phylogeny and morphology of four new species of *Lasiodiplodia* from Iran. *Persoonia- Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi* 25(2): 1–10. <https://doi.org/10.3767%2F003158510X524150>
- Adesemoye AO, Mayorquin JS, Wang DH, Twizeyimana M, Lynch SC and Eskalen A. 2014. Identification of Species of *Botryosphaeriaceae* Causing Bot Gummosis in Citrus in California. *Plant Disease* 98(1): 55-61. <https://doi.org/10.1094/pdis-05-13-0492-re>
- Agrios GN. 2005. *Plant Pathology*. Fifth Edition. Academic Press. New York, USA. 922p.
- Aloi F, Riolo M, Parlascino R, Pane A and Cacciola SO. 2021. Bot gummosis of lemon (*Citrus × limon*) caused by *Neofusicoccum parvum*. *Journal of Fungi*, 7(4): 294. <https://doi.org/10.3390/jof7040294>
- Ara MT, Monzur S, Saand MA, Islam R, Alam S and Hossain M. 2017. The first report of *Pestalotiopsis* sp. causing crown rot disease on strawberry (*Fragaria X ananassa* Duch.) in Bangladesh and evaluation of fungicide activity. *International journal of Biosciences*, 11(4): 305-358.
- Arce-Araya C, Varela-Benavides I and Torres-Portuguez S. 2019. Inhibición del crecimiento micelial de hongos asociados a antracnosis en ñame (*Dioscorea alata*). *Agronomía Mesoamericana* 30(2): 381-393. <https://dx.doi.org/10.15517/am.v30i2.32653>
- Aziz NH and Zainol N. 2018. Isolation and identification of soil fungi isolates from forest soil for flooded soil recovery. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 342: 012028. <http://dx.doi.org/10.1088/1757-899X/342/1/012028>
- Barnett HL and Hunter BB. 1998. *Illustrated Genera of imperfect fungi*. Fourth Edition. American Phytopathological Society Press. St. Paul, Minnesota, USA. 218p.
- Bautista-Cruz MA, Almaguer-Vargas G, Leyva-Mir SG, Colinas-León MT, Correia KC, Camacho-Tapia M, Robles-Yerena L, Michereff SJ and Tovar-Pedraza JM. 2019. Phylogeny, distribution, and pathogenicity of *Lasiodiplodia* species associated with cankers and dieback symptoms of Persian lime in Mexico. *Plant Disease* 103(6): 1156-1165. <https://doi.org/10.1094/PDIS-06-18-1036-RE>
- Berraf-Tebbal A, Mahamedi AE, Aigoun-Mouhous W, Špetík M, Čechová J, Pokluda R, Baránek M, Eichmeier A and Alves A. 2020. *Lasiodiplodia mitidjana* sp. nov. and other *Botryosphaeriaceae* species causing branch canker and dieback of *Citrus sinensis* in Algeria. *PloS one* 15(5): e0232448. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0232448>
- Bester W, Crous PW and Fourie PH. 2007. Evaluation of fungicides as potential grapevine pruning wound protectants against *Botryosphaeria* species. *Australasian Plant Pathology* 36(1): 73–77. <https://doi.org/10.1071/AP06086>

- Bhuvanewari V and Rao MS. 2001. Evaluation of *Trichoderma viride* antagonistic to postharvest pathogens on mango. Indian Phytopathology 54(4): 493-494. https://www.phtnet.org/research/view-abstract.asp?research_id=wr075
- Boat BMA, Taïeb N, Agriopoulou S, Miché L, Moussango D, Sameza ML, Dupuy N, Roussos S and Boyom FF. 2022. Identification of native soil-derived *Trichoderma* spp. isolates and analysis of their antagonist traits against *Lasiodiplodia theobromae* causing stem-end rot in papaya, Archives of Phytopathology and Plant Protection 55(15): 1766-1794. <https://doi.org/10.1080/03235408.2022.2116689>.
- Brentu FC and Vicent A. 2015. Gummosis of citrus in Ghana caused by *Phytophthora citrophthora*. Australasian Plant Disease Notes 10(34):1-3. <http://dx.doi.org/10.1007/s13314-015-0184-z>
- Bright DB, Irey MS, Baucum LE and Graham JH. 2004. Soil, rootstock and climatic factors affect populations of *Phytophthora nicotianae* in south Florida citrus plantings. Proceedings of Florida State Horticultural Society. 117:1487-151.
- Camacho-Tapia M, Leyva-Mir SG, Bautista-Cruz MA, Vargas GA, León MTC and Pedraza JMT. 2021. Efectividad de fungicidas y *Trichoderma* spp. para el control de *Lasiodiplodia* spp. en huertos de limón 'Persa' en Veracruz. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 12(2): 345–353. <https://doi.org/10.29312/remexca.v12i2.2551>
- Monroy CLY y Lizarazo FLM. 2010. Identificación de hongos fitopatógenos asociados al roble (*Quercus humboldtii* Bonpl.), en los municipios de encino (Santander), arcabuco, y tipacoque (Bocayá). Colombia Forestal 13(2): 347- 356.
- Da Silva PAV, Martins RB, Michereff SJ, da Silva MB y Saraiva CMP. 2012. Sensitivity of *Lasiodiplodia theobromae* from Brazilian papaya orchards to MBC and DMI fungicides. European Journal of Plant Pathology 132: 489-498. <http://dx.doi.org/10.1007/s10658-011-9891-2>
- Da Silva BF, da Costa DP, Fragoso SCA, da Rocha GFADT, Lima LICH, Pereira GE and Valente ME. 2022. Selection and control efficacy of *Trichoderma* spp. against *Fusarium solani* and *Lasiodiplodia theobromae* causing root rot in forage cactus. Physiological and Molecular Plant Pathology 122: 101900.
- Das CM and Mahanta IC. 1985. Evaluation of some fungicides against *Pestalotia palmarum* Cke., incitant of grey blight of coconut. Pesticides 19: 37-38.
- Decallonne JR and Meyer JA. 1972. Effect of benomyl on spores of *Fusarium oxysporum*. Phytochemistry 11(7): 2155-2160. [https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(00\)88370-3](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(00)88370-3)
- Dhingra OD and Sinclair JB. 1995. Basic Plant Pathology Methods. Second Edition. CRC Press. Boca Raton, USA. 429p.
- Dianda OZ, Wonni I, Diana F, Traoré O, Tinlé Zand Borro F. 2020. *In vitro* efficacy of some plant aqueous extracts against two species of *Lasiodiplodia* associated to mango decline in Burkina Faso. International Journal of Biological and Chemical Sciences. 14(8): 2699-2712. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v14i8.4>
- Esiegbuya OD, Oruade-Dimaro EA, Odigie EE, Okungbowa FI, Igbinedion Oand Ojicabu A. 2014. *In vitro* Evaluation of some selected fungicides against *Pestalotiopsis clavispora* and *Pseudocochliobolus eragrostidis* isolated from *Vitellaria paradoxa* seedlings. Journal of Agriculture and Veterinary Science 7(1): 80-85. <https://doi.org/10.9790/2380-07118085>.
- Everett KR AND Timudo-Torrevilla OE. 2007. *In vitro* fungicide testing for control of avocado fruit rots. New Zealand Plant Protection 60: 99-103. <https://doi.org/10.30843/nzpp.2007.60.4632>
- Fernández BRJ y Suárez MCL. 2009. Antagonismo *in vitro* de *Trichoderma harzianum* Rifai sobre *Fusarium oxysporum* Schlecht f. sp *passiflorae* en maracuyá (*passiflora edulis sims var. flavicarpa*) del municipio zona bananera colombiana. Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín 62(1): 4743-4748. <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v62n1/a01v62n1.pdf>
- Ferreira FV and Musumeci MA. 2021. *Trichoderma* as biological control agent: scope and prospects to improve efficacy. World Journal of Microbiology and Biotechnology 37(90): 1-17. <https://doi.org/10.1007/s11274-021-03058-7>
- Ganesh P and Dwivedi SK. 2019. Biological and Chemical Management of *Fusarium solani* Causing Wilt in Eggplants. International Journal of Scientific Research and Reviews. 7(4): 1914-1925. https://www.researchgate.net/publication/336209429_Biological_and_Chemical_Management_of_Fusarium_solani_Causing_Wilt_in_Eggplants
- González-Oviedo NA, Iglesias-Andreu LG, Flores-de la Rosa FR, Rivera-Fernández A and Luna-Rodríguez M. 2022. Genetic analysis of the fungicide resistance in *Fusarium oxysporum* associated to *Vanilla planifolia*. Revista Mexicana de Fitopatología, 40(3): 330-348. <https://doi.org/10.18781/r.mex.fit.2203-3>
- Graham J and Feichtenberger E. 2015. Citrus *Phytophthora* diseases: management challenges and successes. Journal of Citrus Pathology 2(1): 1-11. <https://doi.org/10.5070/C421027203>

- Guba EF. 1961. Monograph of *Monochaetia* and *Pestalotia*. Harvard University Press. Cambridge, MA, USA. 342p.
- Hernández-Ceja A, Loeza-Lara PD, Espinosa-García FJ, García-Rodríguez YM, Medina-Medrano JR, Gutiérrez-Hernández GF and Ceja-Torres LF. 2021. *In Vitro* Antifungal activity of Plant Extracts on Pathogenic Fungi of Blueberry (*Vaccinium* sp.). *Plants*, 10(5): 852. <https://doi.org/10.3390/plants10050852>
- Jadeja KB & Bhatt HR. 2010. Mango stem end rot management with Carbendazim. *Indian Phytopathology*, 63(1): 103–105.
- Jahanshir A and Dzhililov FS. 2010. The effects of fungicides on *Fusarium oxysporum* f. sp. lycopersici associated with Fusarium wilt of Tomato. *Journal of Plant Protection Research* 50(2): 172-178.
- Leslie JF and Summerell BA. 2006. *The Fusarium Laboratory Manual*. Blackwell Publishing Professional 2121 State Avenue, Ames, Iowa, 50014. USA.
- Li B, Li Q, Xu Z, Zhang N, Shen Q and Zhang R. 2014. Responses of beneficial *Bacillus amyloliquefaciens* SQR9 to different soil-borne fungal pathogens through the alteration of antifungal compounds production. *Frontiers in Microbiology* 5: 636. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2014.00636>
- Liang L, Li H, Zhou L and Chen F. 2020. *Lasiodiplodia pseudotheobromae* causes stem canker of Chinese hackberry in China. *Journal of Forestry Research* 1: 2571–2580 <https://doi.org/10.1007/s11676-019-01049-x>
- Linaldeddu BT, Deidda A, Scanu B, Franceschini A, Serra S, Berraf-Tebbal A, Boutiti MZ, Jamâa MLB and Phillips AJL. 2015. Diversity of *Botryosphaeriaceae* species associated with grapevine and other woody hosts in Italy, Algeria and Tunisia, with descriptions of *Lasiodiplodia exigua* and *Lasiodiplodia mediterranea* sp. nov. *Fungal Diversity* 71: 201–214. <https://doi.org/10.1007/s13225-014-0301-x>
- Madhavi GB and Bhattiprolu SL. 2011. Evaluation of fungicides, soil amendment practices and bioagents against *Fusarium solani*-causal agent of wilt disease in chilli. *Journal of Horticultural Sciences* 6(2): 141-144. <https://doi.org/10.24154/jhs.v6i2.423>
- Maraite H and Meyer JA. 1971. Systemic fungitoxic action of benomyl against *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* *in vivo*. *Netherlands Journal of Plant Pathology* 77: 1–5. <https://doi.org/10.1007/BF01976392>
- Mardanov MA, Hadieva GF, Lutfullin MT, Khilyas IV, Minnullina LF, Gilyazeva AG, Bogomolnaya LM and Sharipova MR. 2017. *Bacillus subtilis* Strains with Antifungal Activity against the Phytopathogenic Fungi. *Agricultural Sciences* 8(1): 1-20. <http://dx.doi.org/10.4236/as.2017.81001>
- Medina-Osti F, Gutiérrez-Díez A, Ochoa-Ascencio S and Sinagawa-García SR. 2022. *In vitro* sensitivity of *Fusarium sacchari* isolated from sugar cane to five fungicides. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 40(3): 447-457.
- Medina-Urrutia VM., Robles-González MM, Becerra-Rodríguez S, Orozco-Romero J, Orozco-Santos M, Garza-López JG, Ovando-Cruz ME, y Chávez-Contreras X. 2002. El cultivo de limón mexicano. Libro Técnico Núm. 1. Campo Experimental Tecmán. INIFAP-SAGARPA. México. 188 p.
- Mondragón-Flores A, Rodríguez-Alvarado G, Gómez-Dorantes N, Guerra-Santos JJ y Fernández-Pavía SP. 2021. Botryosphaeriaceae: una familia de hongos, compleja, diversa y cosmopolita. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 12(4):643-654.
- Monroy CL y Lizarazo FL. 2010. Identificación de hongos fitopatógenos asociados al Roble (*Quercus humboldtii* Bonpl.), en los municipios de Encino (Santander) Arcabuco, y Tipacoque (Boyacá). *Colombia Forestal*. 13(2): 347-356.
- Moreira-Morrillo AA, Cedeño-Moreira ÁV, Canchignia-Martínez F y Garcés-Fiallos FR. 2021. *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griffon & Maul [(sin.) *Botryodiplodia theobromae* Pat] en el cultivo de cacao: síntomas, ciclo biológico y estrategias de manejo. *Scientia Agropecuaria*, 12(4): 653-662. <https://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2021.068>
- Morton DJ and Stroube WH. 1955. Antagonistic and stimulatory effects of soil microorganisms upon *Sclerotium rolfsii*. *Phytopathology*, 45(8): 417-420.
- Osorio HE, Hernández CFD, Rodríguez HR, Varela FSE, Drouaillet EB y López SJA. 2016. Actividad antagónica de *Trichoderma* spp. sobre *Rhizoctonia solani* *in vitro*. *Investigación y Ciencia*. 24(67): 5-11.
- Patil VA, Mehta BP, Deshmukh JA and Bavalgave VG. 2019. Fungicides for the Management of Grey Leaf Blight (*Pestalotia Anacardii*) of Mango. *International Journal of Economic Plants* 6(2): 090-092. <https://doi.org/10.23910/IJEP/2019.6.2.0311>
- Phillips AJL, Alves A, Abdollahzadeh J, Slippers B, Wingfield MJ, Groenewald JZ and Crous PW. 2013. The *Botryosphaeriaceae*: genera and species known from culture. *Studies in Mycology*, 76(1): 51–167. <https://doi.org/10.3114/sim0021>

- Picos-Muñoz PA, García-Estrada RS, León-Félix J y Allende-Molar R. 2015. *Lasiodiplodia theobromae* en Cultivos Agrícolas de México: Taxonomía, Hospedantes, Diversidad y Control. Revista Mexicana de Fitopatología 33(1): 54-74. <https://www.scielo.org.mx/pdf/rmfi/v33n1/2007-8080-rmfi-33-01-00054.pdf>
- Polanco FLG, Alvarado GOG, Pérez GO, González GR y Olivares SE. 2019. Hongos asociados con la muerte regresiva de los cítricos en Nuevo León y Tamaulipas, México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 10(4): 757-764.
- Rajnish K and Gautam HR. 2022. Prevalence and Management of *Pestalotia* Leaf Spot (*Pestalotia* sp.) of Strawberry. International Journal of Economic Plants 9(3):250-254.
- Rocha-Peña MA, López-Arroyo JI, y Peña del Río MA. 2003. Manejo integrado de enfermedades en el cultivo de los cítricos. pp. 158-176. In: Memorias XVI Curso de Actualización Frutícola II. Fundación Salvador Sáenz-Colín. Coatepec Harinas, Estado de México. Octubre 03, 2003.
- Romero-Velazquez SD, Tlapal-Bolaños B, Cadena-Iñiguez J, Nieto-Ángel D y Arévalo-Galarza M. de L. 2015. Hongos causantes de enfermedades postcosecha en chayote (*Sechium edule* (Jacq.) SW.) y su control *in vitro*. Agronomía Costarricense 39(2): 19-32. <http://dx.doi.org/10.15517/rac.v39i2.21769>
- Rusin, Rossi CF, Gioloni de LPC, Duarte RCM, Kurtz AMA y Vasconcelos BR Rossi c. 2020. Control of the fungi *Lasiodiplodia theobromae*, the causal agent of dieback, in cv. syrah grapevines. Acta Scientiarum. Agronomy, 43: e44785. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v43i1.44785>
- Sáenz PCA, Osorio HE, Estrada DB, Poot P, Delgado MRand Rodríguez HR. 2019. Principales enfermedades en cítricos. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 10(7): 1653-1665. <https://doi.org/10.29312/remexca.v10i7.1827>
- Sultana N and Ghaffar A. 2010. Effect of fungicides and microbial antagonists in the control of *Lasiodiplodia theobromae*, the cause of seed rot, seedling and root infection of bottle gourd. Pakistan Journal of Agricultural Research 23: 46-52.
- Úrbez-Torres JR, Battany M, Bettiga LJ, Gispert C, McGourty G, Roncoroni, J, Smith RJ, Verdegaal P and Gubler WD. 2010. *Botryosphaeriaceae* species spore-trapping studies in California vineyards. Plant Disease 94(6): 717-724. <https://doi.org/10.1094/PDIS-94-6-0717>
- Valle-de la Paz M, Guillén-Sánchez D, Alía-Tejacal I, López-Martínez V, Juárez-López P, Martínez-Fernández E, Hernández-Arenas M and Ariza-Flores R. 2019a. Control *in vitro* de *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griff. & Maulb y *L. citricola* Abdollahz aislados de lima persa (*Citrus latifolia* Tanaka) en Morelos, México. Acta Agrícola y Pecuaria 5(1): 4-10. <http://dx.doi.org/10.30973/aap/2019.5.0051001>
- Valle-de la Paz M, Guillén-Sánchez D, Gijón-Hernández AR, Alía-Tejacal I, López-Martínez V, Juárez-López P, Martínez-Fernández E, Hernández-Arenas M and Ariza-Flores R. 2019b. 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>
- Zárate-Ramos A, Quero-Carrillo AR, Miranda-Jiménez L, Nava-Díaz C and Robles-Yerena L. 2022. Fungicides and *Bacillus subtilis* against fungi isolated from commercial seed of Side oats grama (*Bouteloua curtipendula*). Revista Mexicana de Fitopatología 40(1): 103-115. <https://doi.org/10.18781/r.mex.fit.2104-4>