

DOI: <https://doi.org/10.18359/rfcb.3899>



Potencial antagónico de cepas de *Trichoderma spp.*, contra patógenos foliares de árboles en parques de los Cerros Orientales de Bogotá*

Gina Lorena Sánchez-León^a ■ Alexander Bustos^b

Resumen: las coberturas vegetales urbanas proveen diversos servicios ecosistémicos. Sin embargo, las enfermedades causadas por fitopatógenos están disminuyendo su prestación, por esta razón, es de vital importancia promover la sanidad forestal, para lo cual es necesario reconocer los síntomas que la afectan, así como los microorganismos que generan síntomas patológicos, a fin de buscar alternativas de control biológico. Así pues, el objetivo de esta investigación es evaluar el potencial antagónico de cinco cepas de *Trichoderma spp.* contra fitopatógenos foliares del arbolado urbano. Se tomaron muestras en 28 puntos parques, distribuidos a lo largo de los Cerros Orientales. En cada uno, se recolectaron hojas sintomáticas, se aislaron los microorganismos y se realizaron las pruebas de antagonismo. Como resultado se obtuvo que cuatro de las cinco cepas probadas tienen un porcentaje de inhibición mayor al 60 %, lo que las convierte en candidatas promisorias para el control de fitopatógenos. Además, microorganismos como *Cladosporium spp.*, *Fusarium spp.* y *Trichothecium spp.* resultaron ser los más susceptibles a la cepa.

Palabras clave: *Cladosporium spp.*, *Fusarium spp.*, *Mucor spp.*, *Nigrospora spp.*, *Trichothecium spp.*

Recibido: 12 de enero de 2019

Aceptado: 10 de marzo de 2019

Disponible en línea: 14 de agosto de 2020

Cómo citar: Sánchez-León, G. L., y Bustos, A. (2020). Potencial antagónico de cepas de *Trichoderma spp.*, contra patógenos foliares de árboles en parques de los Cerros Orientales de Bogotá. *Revista Facultad de Ciencias Básicas* 15(2), 107-115. <https://doi.org/10.18359/rfcb.3899>

* Artículo científico, resultados de la Investigación JBB-UMNG.

a Jardín Botánico de Bogotá y Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia. Correo electrónico: ginilosale@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9317-3426>

b Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Agrosavia) y Jardín Botánico de Bogotá. Correo electrónico: henry.bustosr@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2432-5702>

Antagonistic Potential of Trichoderma Spp. Strains Against Foliar Tree Pathogens in Parks of the Eastern Mountains of Bogota

Abstract: Urban vegetation cover provides several ecosystem services. However, diseases caused by phytopathogens are decreasing, and it is thus vital to promote forest health; this requires identifying the symptoms that affect forest health, as well as the microorganisms that generate pathological symptoms, in order to find biological control alternatives. Consequently, the objective of this research is to evaluate the antagonistic potential of 5 *Trichoderma* spp. strains against foliar phytopathogens in urban trees. Samples were taken at 28 parks, distributed throughout the Eastern Mountain. Symptomatic leaves were collected at each sampling point, microorganisms were isolated and antagonism tests were performed. Results showed that 4 out of the 5 strains tested have an inhibition percentage over 60 %, making them promising candidates for phytopathogen control. Furthermore, microorganisms such as *Cladosporium* spp., *Fusarium* spp. and *Trichothecium* spp. proved to be the most susceptible to the strain.

Keywords: *Cladosporium* spp; *Fusarium* spp; *Mucor* spp; *Nigrospora* spp; *Trichothecium* spp.

Potencial antagônico das colônias de trichoderma spp., contra patógenos foliares de árvores em parques das montanhas orientais de Bogotá

Resumo: As coberturas vegetais urbanas fornecem diversos serviços ecossistêmicos. No entanto, as doenças causadas por fitopatógenos estão diminuindo seu desempenho, por essa razão, é de vital importância promover a saúde da floresta, para o qual é necessário reconhecer os sintomas que afetam, bem como os microrganismos que geram sintomas patológicos, a fim de procurar alternativas de controle biológico. Dessa forma, o objetivo desta pesquisa é avaliar o potencial antagônico de cinco colônias de *Trichoderma* spp. contra fitopatógenos foliares da arborização urbana. As amostras foram coletadas em 28 pontos parques, distribuídos ao longo das Montanhas Orientais. Em cada um, coletaram-se folhas sintomáticas, isolaram-se os microrganismos e realizaram-se os testes de antagonismo. Como resultado obteve-se que quatro das cinco colônias testadas têm uma porcentagem de inibição maior a 60 %, o que as tornam candidatas promissoras para o controle de fitopatógenos. Além disso, microrganismos como *Cladosporium* spp., *Fusarium* spp. e *Trichothecium* spp. resultaram ser os mais suscetíveis à colônia.

Palavras-chave: *Cladosporium* spp; *Fusarium* spp; *Mucor* spp; *Nigrospora* spp; *Trichothecium* spp

Introducción

Las coberturas vegetales urbanas proveen diversos servicios ecosistémicos (SE), los cuales pueden clasificarse en servicios de regulación, de soporte y culturales. Los primeros son aquellos que intervienen en la regulación de procesos ecosistémicos como la regulación de la calidad del aire, el clima, la fertilidad del suelo y la depuración de residuos. Los de soporte deben su nombre a que son necesarios para la producción de otros servicios, dentro de los cuales se encuentran tanto la función habitacional que brindan a la fauna como su participación en el ciclo hidrológico. Por su parte, los servicios culturales se entienden como aquellos beneficios intangibles, en los que se incluyen la recreación y el embellecimiento del espacio público (Orwa, Mutua, Kindt, Jamnadass y Anthony, 2009; Szumacher y Malinowska, 2013; Reyes, 2016).

Por lo anterior, es de vital importancia promover la sanidad forestal. Esto implica, por un lado, mantener la población de microorganismos asociados a las coberturas vegetales urbanas, en niveles que no generen daños significativos y, por otro, evitar que afecten la función ecológica de estas coberturas. Lo cual se logra al combinar medidas como la prevención, observación y supresión de los síntomas y signos patológicos, con el fin de mantener controladas las poblaciones causantes de enfermedades (FAO, 2012).

Es importante resaltar que, en los últimos años, se ha optado por un manejo de enfermedades amigable con el medio ambiente, implementando controladores biológicos como las bacterias y hongos antagonistas (Hernández, Bautista y Velásquez, 2007). Lo cual se debe a que estos microorganismos son capaces de disminuir los daños causados por los fitopatógenos, a través de su propagación en masa, acompañada de su alta competitividad por los recursos y el espacio, así como su actividad enzimática y, en algunos casos, micoparasitismo del patógeno (Infante, Martínez, González y Ramírez, 2009).

Algunos de los microorganismos que cumplen con todos esos requisitos son los hongos pertenecientes al género *Trichoderma* spp., las levaduras de los géneros *Rhodotorula* spp. y *Candida* spp.,

así como las bacterias de los géneros *Pseudomonas* spp. y *Bacillus* spp. (Hernández *et al.*, 2007).

Para poder tomar medidas de este tipo, es necesario, como primera medida, reconocer los síntomas y signos de cada patógeno (Riley, Williamson y Maloy, 2002). Sin embargo, en Colombia, el sector de patología forestal no está muy desarrollado, razón por la cual “constituye en un filón completo de oportunidades de investigación y aprendizaje, además de la responsabilidad de formación de personal idóneo y la creación de escuelas que aborden todas las áreas del conocimiento que de aquí se deriven” (Chavarriaga, 2011, p. 17). En esa medida, el objetivo de esta investigación fue evaluar diferentes cepas de *Trichoderma* spp. para el control biológico de patógenos foliares de árboles nativos y no nativos en áreas verdes de Bogotá.

Materiales y métodos

Área de estudio y recolección del material vegetal

El área de estudio estuvo constituida por 28 parques, ubicados en la zona de influencia de los Cerros Orientales (Figura 1). En cada punto de muestreo, se recolectaron cinco (5) muestras de hojas afectadas por algún síntoma o signo presente, descrito en su totalidad (manchas, necrosis y deformación foliar, etc.). El muestreo estuvo sujeto a la presencia de las especies arbóreas de cada parque. Las muestras se guardaron en bolsas de cierre hermético, tipo Ziploc, de 18x20 cm debidamente marcadas. Cada muestra fue almacenada en una bolsa independiente para evitar la contaminación cruzada (Posada, 2006).

Aislamiento de microorganismos fitopatógenos

Las muestras se desinfectaron así: después de un lavado de 15 minutos con agua, se dejaron en una solución de hipoclorito de sodio al 1,0% durante cuatro minutos; seguido de etanol al 70% por cuatro minutos y, finalmente, lavado con agua destilada estéril durante 5 minutos (López, 1996, citado en Posada, 2006). Esto se hizo con el fin de evitar el

crecimiento de saprófitos (Riley *et al.*, 2002). Posteriormente se sembraron en cajas de Petri, con medio de cultivo de agar de papa y dextrosa (PDA) y se incubaron a temperatura ambiente durante 8 días (Monroy y Lizarazo, 2010). Una vez transcurridos los ocho días, los fitopatógenos que crecieron fueron caracterizados según su morfología macroscópica: color, forma, tamaño y textura de la colonia, tanto en el anverso como en el reverso (Osorio y Castaño, 2011). Hecho esto, se volvieron a aislar en cajas de Petri (una por cada microorganismo caracterizado) con PDA y se incubaron a temperatura ambiente durante otros ocho días (Posada, 2006).

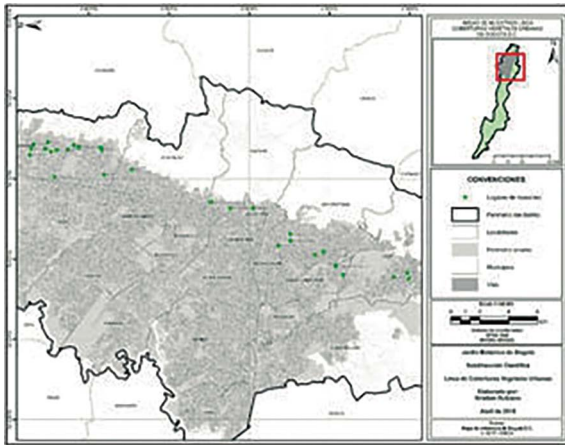


Figura 1. Puntos de muestreo.

Fuente: mapa elaborado por Kristian Rubiano.

Identificación de microorganismos

Se realizó una impronta con cinta adhesiva transparente y azul de lactofenol a cada microorganismo aislado. Enseguida, se clasificaron según sus características microscópicas mediante el uso de claves taxonómicas (Monroy y Lizarazo, 2010).

Pruebas de antagonismo

Una vez el fitopatógeno fue aislado y caracterizado, se tomó un *plug* de 5 mm, se sembró en un extremo de cada caja de Petri (a 1,0 cm del borde de la caja) y se incubó a temperatura ambiente durante dos días. Posteriormente, se inoculó cada caja con un *plug* de 5,0 mm del microorganismo antagonista correspondiente (cinco cepas de *Trichoderma* spp.,

procedentes del cepario del Jardín Botánico de Bogotá), el cual se ubicó en el extremo opuesto del inóculo inicial (a 1,0 cm del borde de la caja).

Luego, se dejó incubar a temperatura ambiente durante ocho días. Pasado este tiempo, se midió el halo de crecimiento de los microorganismos enfrentados, con el fin de establecer si hubo o no inhibición de crecimiento del fitopatógeno (Quiroz, Ferrefa, Alarcón y Lara, 2008; Lizarazo, Mendoza y Gutiérrez, 2014). Cada prueba se hizo por triplicado.

Resultados y discusión

La especie arbórea en la cual se han detectado más síntomas es el roble (*Quercus humboldtii*), seguido por el caucho sabanero (*Ficus soatensis*) y el jazmín del Cabo (*Pittosporum undulatum*). Por el contrario, las especies con menor cantidad de síntomas son el liquidámbar (*Liquidambar styraciflua*), el guayacán de Manizales (*Lafoensia acuminata*) y el falso pimiento (*Schinus molle*), respectivamente. Es importante mencionar que, en el jazmín del Cabo, el guayacán de Manizales y el falso pimiento aparecen síntomas (agallas) que se repiten en todas las zonas de muestreo, particularmente, en el falso pimiento (incidencia del 100%).

En el guayacán de Manizales, el síntoma más representativo es la aparición de manchas negras angulosas, sobre la nervadura central y entre las nervaduras secundarias (Figura 2A). Por su parte, en el jazmín del Cabo, el síntoma que se repite es amarillamiento en el borde de la hoja (Figura 2B). Mientras que, en el roble, el síntoma más reportado fue necrosis en la lámina foliar (Figura 2C).

En cuanto al caucho sabanero, el síntoma más frecuente fueron las manchas negras, rodeadas por un halo clorótico amarillo (Figura 2D). Finalmente, en el falso pimiento, el síntoma encontrado en todos los puntos de muestreo fueron las agallas (Figura 2E), causadas por el pílido *Calophya schini* (Pinzón y González, 1999). La gravedad de estos síntomas es variable en cada punto de muestreo, sin embargo, ninguno supera el 50%.

Identificación de microorganismos

Se identificaron siete microorganismos: *Cladosporium* spp., *Epicoccum* spp., *Fusarium* spp., *Mucor*

spp., *Nigrospora* spp., *Penicillium* spp. y *Trichothecium* spp. El hongo *Cladosporium* spp. es el responsable de las manchas circulares cloróticas que, con el paso del tiempo, se tornan de color café oscuro y producen un leve hundimiento del tejido afectado. Generalmente, la infección comienza en las hojas más adultas y va dispersándose, ascendentemente. Las hojas más gravemente afectadas se tornan completamente cloróticas y terminan cayéndose (Sun *et al.*, 2017).

En cuanto a sus características microscópicas, se encuentran micelio delgado, diamatáceo, septado y conidios unicelulares que forman cadenas acrópetas. Las colonias de este género tienen textura aterciopelada y, en algunos casos, polvosa; son de color verde oliva en el anverso y negro, en el reverso (Cepero, Restrepo, Franco, Cárdenas y Vargas, 2012), como se observa en la Figura 3A.

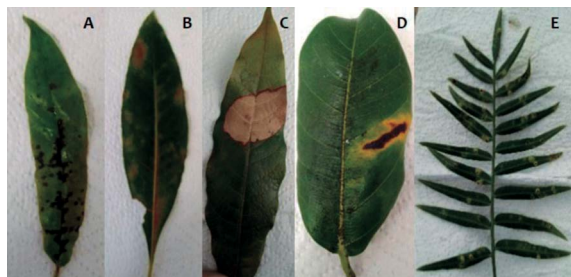


Figura 2. Síntomas con mayor incidencia en campo: (a) guayacán de Manizales, (b) jazmín del Cabo, (c) roble, (d) caucho sabanero y (e) falso pimienta.

Fuente: fotografía de los autores de la investigación.

Epicoccum spp. se caracteriza por ser un hongo endófito, ampliamente utilizado en el control de fitopatógenos y malezas (Abdel-Hafez *et al.*, 2017). También se reporta como saprofito, oportunista secundario, con poco índice de patogenicidad (Barnett y Hunter, 1987). En términos macroscópicos, se caracteriza por tener pequeños conidióforos y conidios oscuros y dictiosporadas (multicelulares). Su característica macroscópica más relevante es la intensa coloración naranja de la colonia (tanto en el anverso como en el reverso), con algunos puntos negros, producto de la esporulación (Bleaju, 2007), como se ve en la Figura 3B.

El fitopatógeno *Fusarium* spp. (Figura 3C) es el responsable de la marchitez vascular, enfermedad

caracterizada por hojas que se tornan cloróticas, pierden turgencia y, finalmente, se marchitan. Generalmente, la sintomatología se presenta de modo ascendente (Estupiñán y Ossa, 2007). La principal característica microscópica de este microorganismo es la presencia de macro- y microconidias hialinas, septadas, ligeramente curvadas en el medio y puntiagudas en los extremos (forma de canoa). La colonia es algodonosa y su color puede variar entre los tonos blanco y púrpura (Barnett y Hunter, 1987).

Mucor spp., es considerado un patógeno del suelo, aunque puede afectar órganos aéreos como frutos, hojas y tallos, sobre todo, cuando las condiciones son favorables para su esporulación (Basse, Andy, Asikong y Brooks, 2015). Microscópicamente, se caracteriza por tener tallos largos, esporangióforos café, con forma esférica, una columna elipsoidal. En términos macroscópicos, la colonia es algodonosa, de color crema tanto, en el anverso como en el reverso (Arias y Piñeros, 2008), como se ve en la Figura 3D.

Se considera a los hongos del género *Nigrospora* spp. (Figura 3E) responsables de manchas necróticas, rodeadas de un halo clorótico grueso, las cuales inician en el margen de las hojas y, posteriormente, invaden el resto de la lámina foliar, a medida que su tamaño va aumentando (Ortiz, Quiñonez, Valdés, Gómez y Huertas, 2014). Su principal característica, en términos microscópicos, son los conidios de color negro, que surgen del ápice ensanchado de una célula conidiogénica. Dichos conidios son únicos y solitarios. La colonia inicialmente es blanca, pero, con el transcurso del tiempo, se torna gris oscuro, con ciertos parche blancos en el anverso; mientras que, en el reverso, es de color negro; su textura es aterciopelada (Cepero *et al.*, 2012).

Penicillium spp. es el agente causal de síntomas como manchas circulares necróticas, claramente definidas, y alrededor de ellas se observa un halo clorótico (Ortiz *et al.*, 2014). Microscópicamente, se observan las fiálides, los conidióforos ramificados y sus conidios globosos en cadenas basípetas. La colonia tiene una textura polvosa y coloración verde azulada en el anverso; mientras que el reverso suele ser de color blanco, crema o amarillo intenso (Cepero *et al.*, 2012), como se aprecia en la Figura 3F.

Estos microorganismos son considerados hongos saprófitos en campo y, en ocasiones, pueden tornarse peligrosos, en almacenes donde atacan granos de plantas como el maíz, cuando la humedad es ligeramente mayor a la normal, lo que ocasiona la aparición de un micelio verde o negro, seguido de pudrición del órgano afectado (Avelar *et al.*, 2011).

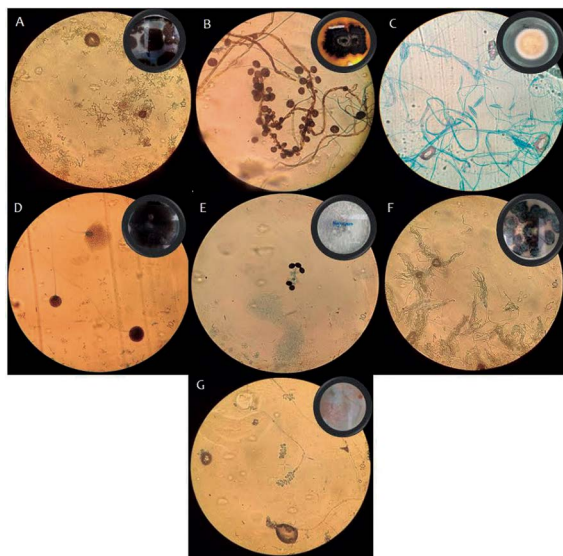


Figura 3. Microorganismos identificados: (a) *Cladosporium* spp., (b) *Epicoccum* spp., (c) *Fusarium* spp., (d) *Mucor* spp., (e) *Nigrospora* spp., (f) *Penicillium* spp. y (g) *Trichothecium* spp.

Fuente: fotografía de los autores de la investigación.

El hongo *Trichothecium* spp. (Figura 3G) es el responsable de la pudrición en frutas (Bello, 2008). Sin embargo, no se ha reportado en especies arbóreas. Sus características microscópicas son conidios conformados por dos células, los cuales se originan de células conidiogénicas retrogresivas, que forman una especie de espiga; el micelio es delgado, hialino y sin septos. La colonia es de color curuba, tanto en el anverso como en el reverso; su textura es polvorosa y crece de forma radial (Cepero *et al.*, 2012).

Pruebas de antagonismo

Todas las cepas probadas tuvieron una inhibición mayor al 40%. Sin embargo, cuatro de las cinco cepas tienen una inhibición mayor o igual al 60%, con alguno de los fitopatógenos probados *in vitro*. Esto es positivo, ya que los biocontroladores deben

presentar este porcentaje de inhibición en las pruebas de laboratorio para que puedan ser considerados efectivos en campo (García, 2015).

Las cepas que presentaron mayor porcentaje de inhibición fueron T-PS (73,6%) sobre el *Trichothecium* spp.; seguidas por T-H4, que inhibió a *Cladosporium* spp. en un 73,3%, y T-H2, cuya inhibición fue del 72,5% sobre el mismo hongo (Figura 4). Cabe aclarar que la cepa que generó menor inhibición fue T-FP, aislada del follaje de falso pimiento.

Los patógenos inhibidos en mayor proporción fueron *Trichothecium* spp., *Cladosporium* spp. y *Fusarium* spp. En estos casos, la inhibición de todas las cepas superó el 50%. En el caso particular de *Epicoccum* spp., ninguna de las cepas usadas generó inhibición superior al 30%. Esto puede deberse a que la tasa de crecimiento de este microorganismo es bastante lenta (Torrenga y Rueda, 2006), por lo cual no hubo diferencia considerable entre el control y los tratamientos.

Por su parte, *Fusarium* spp. fue inhibido en el rango de 57,9-64,9%, estos valores sobrepasan a los que reporta Jaramillo (2014), en cuyo estudio se probaron tres cepas de *Trichoderma* spp. con este fitopatógeno. Ello demuestra que el potencial antagonístico de las cepas T-H2 y T-PS son los más favorables para controlar al hongo *Fusarium* spp.

Asimismo, *Cladosporium* spp. inhibió su crecimiento micelial entre un 56,2 y 73,3%. Este último valor es producto del antagonismo de T-H4. El cual es bastante cercano al reportado por Romero *et al.* (2016), en cuyo estudio, *Cladosporium cladosporioides* fue inhibido por *Trichoderma harzianum* en un 76,2%. Esto hace que dicha la cepa T-H4 sea promisorio para controlar el fitopatógeno en cuestión.

En el caso de *Trichothecium* spp., el rango de inhibición del crecimiento micelial osciló entre 57,6 y 73,6%, teniendo en cuenta que T-PS es el antagonista responsable del último valor. Este resultado es alentador, en comparación los publicados por Koka *et al.* (2017), ya que ninguna de las tres cepas probadas por ellos superó el 46% de inhibición, lo cual permite catalogar a las cepas evaluadas en este estudio como potenciales antagonistas de este hongo.

Un caso similar al anterior es el que ocurre con *Penicillium* spp., cuyos porcentajes de inhibición están entre 46,4 y 64,3%; mientras que los reportados

por los mismos autores solo alcanzan el 26,3 %, lo que implica que las cepas también son promisorias

para el control de este microorganismo. En particular, T-H2 es la cepa que encabeza la lista.

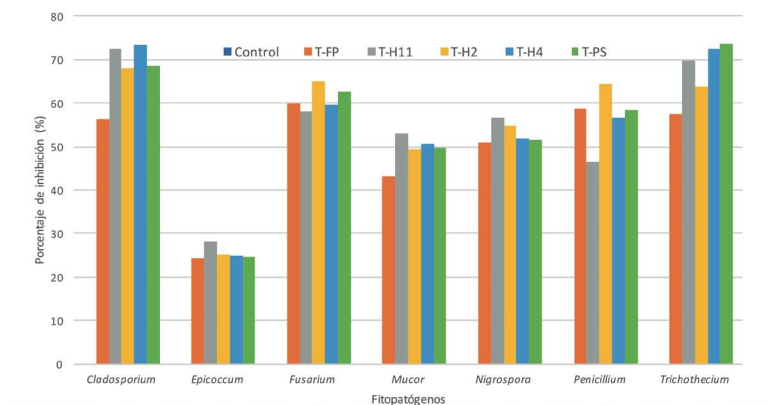


Figura 4. Porcentaje de inhibición de cinco cepas de *Trichoderma* spp., contra siete fitopatógenos. Fuente: elaboración propia.

Con *Nigrospora* spp., el caso es similar a los descritos en otros estudios, ya que los resultados obtenidos en esta investigación evidencian una inhibición que varía entre los 50,8 y 56,6 %. Mientras que los resultados reportados por Pineda (2014) no superan el 35 %. Todo ello hace que la cepa T-H11 sea un potencial antagonista contra este fitopatógeno. En el caso de *Mucor* spp., esta cepa es la que tiene mayor inhibición, pues alcanza un 53 %.

Aunque no se ha determinado a ciencia cierta cuál es el mecanismo de acción por el cual las cepas de *Trichoderma* spp. lograron inhibir el crecimiento micelial de los fitopatógenos, es importante recordar los siguientes aspectos: los microorganismos antagonistas se caracterizan por tener poca variabilidad genética, ser generalistas, tener plasticidad ecológica, ser capaces de vivir en condiciones de estrés causados por factores ambientales (deseccación o contaminación, entre otros), competir con gran variedad de fitopatógenos que afectan diversas especies, mantener su antagonismo por largos periodos, tener resistencia a fungicidas y no causar ningún tipo de daño a la planta. Por el contrario, inducen resistencia a nivel sistemático en el hospedero, de modo que pueden tener efecto positivo en los cultivos (Hernández *et al.*, 2007).

Con base en lo anterior, a partir de los resultados obtenidos, creemos que la inhibición de las cepas de *Trichoderma* spp. probadas se debe a la competencia que este hongo hace por el espacio y los recursos. En algunos casos, puede deberse también a micoparasitismo, ya que se evidencia crecimiento del antagonista sobre el micelio del fitopatógeno (Figura 5).

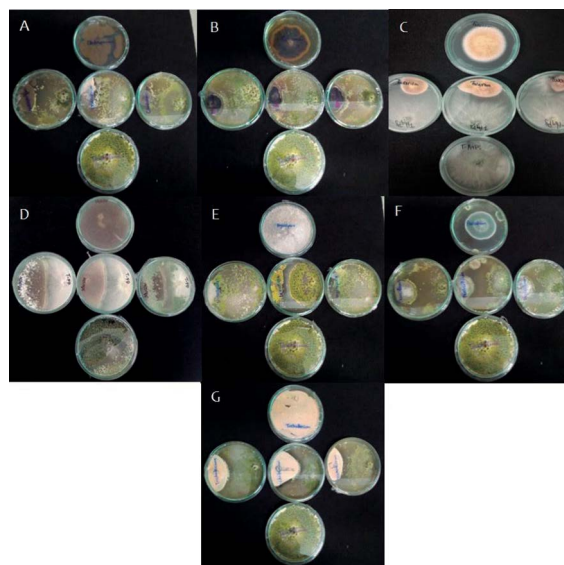


Figura 5. Antagonismo cepa *Trichoderma*-FP (T-FP) contra los siete fitopatógenos.

Fuente: fotografía de los autores de la investigación.

Conclusiones

En general todas las cepas de *Trichoderma* spp. produjeron una inhibición mayor al 40 %, pero solo aquellas que alcanzan a inhibir al menos el 60 % del crecimiento micelial de los fitopatógenos son potenciales biocontroladores en campo. Estas últimas son candidatas promisorias para ser implementadas como controladores biológicos de patógenos foliares que afectan a ciertas especies del arbolado urbano.

Las cepas T-PS y T-H2 fueron las que presentaron los porcentajes de inhibición más altos en la mayoría de los hongos, contra los que fueron probadas en este estudio.

En particular, *Trichothecium* sp., *Cladosporium* sp. y *Fusarium* sp., tuvieron una inhibición mayor al 50 %, por parte de todas las cepas de *Trichoderma* spp. evaluadas.

Agradecimientos

A la subdirección científica del Jardín Botánico de Bogotá, línea de Coberturas Vegetales Urbanas, por su apoyo en la realización de esta investigación.

Conflictos de interés

Los autores manifiestan que no existe ningún conflicto de intereses en la publicación de la investigación.

Referencias

Abdel-Hafez, S., Nafady, N., Abdel-Rahim, I., Shaltout, A., Daròs, J., y Mohamed, M. (2017). Biosynthesis of silver nanoparticles using the compound curvularin isolated from the endophytic fungus *Epicoccum Nigrum*: Characterization and antifungal activity. *Journal of Pharmaceutical and Applied Chemistry*, 3(2),135-146. <https://doi.org/10.18576/jpac/030207>

Arias, E. L., y Piñeros, P. A. (2008). Aislamiento e identificación de hongos filamentosos de muestras de suelo de los páramos de Guasca y Cruz Verde (tesis de pregrado). Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia.

Avelar, J., Galindo, M., Lara, A. Llamas, J., Luna, M., Salas, M., y Cabral, M. (2011). Sociated fungus with the “dog’s urine” disease in chili pepper. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 2(1), 155-160.

Barnett, H. L., y Hunter, B. B. (1987). *Illustrated genera of imperfect fungi*. Cuarta edición. Nueva York: MacMillan Publishing Company.

Bassey, I. U., Andy, I. E., Asikong, B. E., y Brooks, A. A. (2015). Potentials of organic fertilizer application as biocontrol for some soil borne fungal pathogens in Ogoja, Nigeria. *Journal of Biopesticides and Environment*, 1, 63-67. <https://doi.org/10.9734/IJTDH/2015/20023>

Bello, G. D. (2008). First report of *Trichothecium roseum* causing postharvest fruit rot of tomato in Argentina. *Australasian Plant Disease Notes*, 3(1), 103-104. <https://doi.org/10.1071/DN08041>

Bleou, M. (2007). Estudio de estabilidad y algunas propiedades tecnológicas de pigmentos sintetizados por *Epicoccum nigrum* (tesis de maestría). Universidad de Burgos, Burgos, España. Recuperado de <http://riubu.ubu.es/bitstream/10259.1/39/4/Bleou.pdf>

Cepero, M. C., Restrepo, S., Franco, A., Cárdenas, M., y Vargas, N. (2012). *Biología de hongos*. Bogotá: Ediciones Uniandes.

Chavarriaga, D. M. (2011). *Protección fitosanitaria forestal*. Bogotá: Instituto Colombiano Agropecuario -Asociación Colombiana de Fitopatología y Ciencias Afines.

Estupiñán, H., y Ossa, J. (2007). Efecto del agente causal de la marchitez vascular de la uchuva (*Physalis peruviana* L.) el hongo *Fusarium oxysporum* Schlecht, sobre algunas solanáceas y otras especies cultivadas afectadas por formas especiales del microorganismo (tesis de pregrado). Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.

García, L. A. (2015). Evaluation of the antagonism of *Trichoderma* spp. against *Fusarium* spp. and *Colletotrichum* spp. strains, isolated from aloe (*Aloe vera*) and blueberry (*Vaccinium corymbosum*) organic crops. *Revista Teckne*, 13(1), 56-66.

Hernández, A., Bautista, S., y Velásquez, M. (2007). Uso de microorganismos antagonistas en el control de enfermedades postcosecha en fruto. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 25(1), 66-74.

Infante, D., Martínez, B., González, N., y Ramírez, Y. (2009). *Trichoderma* mechanisms of action against phytopathogen fungi. *Revista de Protección Vegetal*, 24(1), 14-21.

- Jaramillo, G. (2014). Evaluación in vitro de la capacidad antagonista de *Trichoderma* spp. frente a *Fusarium* sp., *Alternaria* sp. y *Phytophthora* sp. (proyecto especial de graduación). Escuela Agrícola Panamericana, San Antonio de Oriente, Honduras. Recuperado de <https://bdigital.zamorano.edu/>
- Koka, J. A., Wani, A. H., Bhat, M. Y., y Parveen, S. (2017). Antagonistic activity of *Trichoderma* spp. against some fungi causing fungal rot disease of brinjal. *Trends in Biosciences*, 10(16), 2844-2846.
- Lizarazo, P. X., Mendoza, M. M., y Gutiérrez, A. I. (2014). Diversity of endophytic mycobiota in *Cattleya percivaliana* and *Cattleya trianaei* growing under greenhouse conditions. *Actualidades Biológicas*, 37(102), 307-318.
- Monroy, L., y Lizarazo, L. (2010). Identificación de hongos fitopatógenos asociados al roble (*Quercus humboldtii* Bonpl.), en los municipios de Encino (Santander), Arcabuco y Tipacoque (Boyacá). *Revista Colombia Forestal*, 13(2), 347-356. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2010.2.a10>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (2012). *Guía para la aplicación de normas fitosanitarias en el sector forestal*. Roma: autor.
- Ortiz, S., Quiñonez, J., Valdés, M., Gómez, E., y Huertas, C. (2014). Fungal pathogens in butternut squash *Cucurbita moschata* Duch. at three locations in Valle del Cauca. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, 6(2), 311-318. <https://doi.org/10.24188/recia.v6.n2.2014.434>
- Osoorio, L., y Castaño, J. (2011). Caracterización del agente causal de la pudrición de raíz de la arveja (*Pisum sativum* Linneo), enfermedad endémica en el municipio de Manizales, Caldas (Colombia). *Agronomía*, 19(2), 33-43.
- Orwa, C., Mutua, A., Kindt, R., Jamnadass, R., y Anthony, S. (2009). Agroforestry Database: A tree reference and selection guide version 4.0. World Agroforestry Centre, Kenya [base de datos]. Recuperado de http://www.worldagroforestry.org/output?field_type_tid=63
- Pineda, V. (2014). Evaluación del efecto antagonista de *Trichoderma harzianum* frente a microhongo y bacterias fitopatógenas del cepario del laboratorio de biotecnología de la UPN (tesis de pregrado). Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia.
- Pinzón, O., y González, R. (1999). Caracterización biológica, hábitos, enemigos naturales y fluctuación poblacional de *Calophya schini* Tuthill, en la especie forestal ornamental *Schinus molle* L. en Bogotá. *Sanidad Forestal*, 3, 137-154.
- Posada, R. H. (2006). Hongos fitopatógenos de cuatro especies arbóreas en el contexto urbano. *Perez Arbeláiz* 17, 127-140.
- Quiroz, V. F., Ferrefa, R., Alarcón, A., y Lara, M. E. (2008). In vitro antagonism of *Aspergillus* and *Trichoderma* strains against garlic-pathogenic filamentous fungi. *Revista Mexicana de Micología*, 26, 27-34.
- Reyes, S. (2016). Servicios ecosistémicos de plazas y parque urbanos. *Fundación Mi parque*. Recuperado de <https://www.miparque.cl/wp-content/uploads/2017/01/clase-Mi-Parque.pdf>
- Riley, M. B., Williamson, M. R., y Maloy, O. (2002). Plant disease diagnosis. The plant health instructor [base de datos]. <https://doi.org/10.1094/PHI-I-2002-1021-01>
- Romero, T., López, P., Ramírez, M., y Cuervo, J. (2016). Kinetic modeling of mycoparasitism by *Trichoderma harzianum* against *Cladosporium cladosporioides* isolated from cocoa fruits (*Theobroma cacao*). *Chilean Journal of Agricultural and Animal Science*, 32(1), 32-45. <https://doi.org/10.4067/S0719-38902016000100004>
- Sun, C., Wang, T., Shen, X. L., Wang, G. R., Gao, Q. K., Lou, B. G., y Shao, Y. Q. (2017). First report of leaf spot caused by *Cladosporium cladosporioides* on *Dendrobium officinale* in China. *Plant Disease*, 101(6), 1055. <https://doi.org/10.1094/PDIS-12-16-1857-PDN>
- Szumacher, I., y Malinowska, E. (2013). The urban ecosystem services and the city of Warsaw as an example. *Revista del Cesla*, 16, 81-108.
- Torrenza, R., Rueda, L. (2006). Contribución fotográfica al estudio de microhongos filamentosos del páramo de Guasca. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia. Recuperado de https://www.javeriana.edu.co/gifuj/Atlas_Hongos_Filamentosos_Guasca.pdf

