

PRUEBAS DE ANTAGONISMO *IN VITRO* CON HONGOS ASOCIADOS AL SÍNTOMA DE MARCHITEZ EN AGUACATE EN HUERTO ORGÁNICO Y CONVENCIONAL EN MICHOACÁN

Data de aceite: 03/04/2023

José Luciano Morales García

Universidad Michoacana De San Nicolás
De Hidalgo
Facultad De Agrobiología “Presidente
Juárez”
Uruapan Michoacán

Héctor Daniel Hurtado Chávez

Universidad Michoacana De San Nicolás
De Hidalgo
Facultad De Agrobiología “Presidente
Juárez”
Uruapan Michoacán

Karina Lizeth Morales Montelongo

Universidad Michoacana De San Nicolás
De Hidalgo
Facultad De Agrobiología “Presidente
Juárez”
Uruapan Michoacán

Edna Esquivel Miguel

Universidad Michoacana De San Nicolás
De Hidalgo
Facultad De Agrobiología “Presidente
Juárez”
Uruapan Michoacán

hongos que habitan de forma natural en el suelo, los cuales atacan la raíz y cuello de la planta causando un marchitamiento de la misma, además de un bajo rendimiento y baja calidad del fruto. Esta enfermedad se disemina con rapidez causando un daño económico a los productores. El objetivo de este estudio fue identificar los principales hongos asociados a la tristeza del aguacate y su capacidad antagónica. Se realizaron muestreos dirigidos en plantas con síntoma de tristeza en huertos con manejo convencional y orgánico, en distintos municipios productores en el estado de Michoacán. Se aislaron, purificaron e identificaron los hongos presentes en las raíces muestreadas. Como resultado se obtuvieron 32 aislamientos, de los cuales resultaron más frecuente *Fusarium* sp., *Phytophthora* sp., *Trichoderma* sp., *Verticillium* sp. y *Rhizoctonia* sp., se realizaron bioensayos de antagonismo *in vitro* para determinar su capacidad antagónica. La sepa de *Trichoderma* sp. obtuvo mayor capacidad antagónica en las confrontaciones impidiendo el crecimiento de los patógenos. Los resultados muestran que en los huertos orgánicos hay más interacción de organismos en la raíz-suelo en un total de 24 organismos de los

RESUMEN: La tristeza del aguacate (*Persea americana* Mill.), es una enfermedad causada por un complejo de

cuales son más comunes *Phytophthora* sp. *Fusarium* sp. *Verticillium* sp. *Rhizoctonia* sp. y *Trichoderma* sp. a diferencia del manejo convencional que solo se encontraron 8 organismo de los cuales son más comunes fueron *Phytophthora* sp. y *Fusarium* sp. Siendo más severo y notorio el síntoma de tristeza del aguacatero.

PALABRAS CLAVE: *Persea americana*, raíz, *Trichoderma* sp, patógenos.

IN VITRO ANTAGONISM TESTS WITH ASSOCIATED FUNGI WITH THE WILTING SYMPTOM IN AVOCADO INORGANIC AND CONVENTIONAL ORCHARDS IN MICHOACÁN

ABSTRACT: La tristeza del aguacate (*Persea americana* Mill.) is a disease caused by a complex of fungi naturally in the soil, which attack the root and neck of the plant, causing it to wilt, in addition to low yield and low fruit quality. This disease spreads rapidly causing economic damage to producers. The objective of this study was to identify the main fungi associated with tristeza del aguacate and their antagonistic capacity. Directed sampling was carried out on plants with symptoms of tristeza in orchards with conventional and organic management, in Michoacán. The fungi present in the sampled roots were isolated, purified and identified. As a result, 32 isolates were obtained, of which *Fusarium* sp., *Phytophthora* sp., *Trichoderma* sp., *Verticillium* sp. and *Rhizoctonia* sp., in vitro antagonism bioassays were performed to determine their antagonistic capacity. The know of *Trichoderma* sp. It obtained greater antagonistic capacity in confrontations, preventing the growth of pathogens. The results show that in organic orchards there is more interaction of organisms in the root-soil in a total of 24 organisms of which *Phytophthora* sp. *Fusarium* sp. *Verticillium* sp. *Rhizoctonia* sp. and *Trichoderma* sp. Unlike conventional management, only 8 organisms were found, of which the most common were *Phytophthora* sp. and *Fusarium* sp. Being more severe and notorious the symptom of sadness of the avocado tree.

KEYWORDS: *Persea americana*, root, *Trichoderma* sp, pathogens.

INTRODUCCIÓN

El aguacate (*Persea americana* Mill.) actualmente se cultiva en 70 países, México ocupa el primer lugar en plantación comercial con 224,422 hectáreas y una producción de 2,393,849 Toneladas (FAOSTAT, 2020).

El aguacate mexicano es uno de los productos más exitosos de la exportación agroalimentaria nacional, por lo que México es el principal proveedor de este alimento en el mercado internacional con una participación de 45% del valor de las exportaciones mundiales (Sagarpa, 2018).

Sin embargo, el incremento de enfermedades causadas por un gran número de hongos fitopatógenos resulta ser una gran limitante para este cultivo, lo que obliga a los agricultores a aplicar grandes cantidades de agroquímicos durante décadas.

Los hongos fitopatógenos del suelo los encontramos ocasionando daños en todos los suelos de los ecosistemas y agroecosistemas del mundo. Algunos géneros y especies

presentan una gran capacidad de adaptación y se encuentran ampliamente distribuidos, mientras que otros presentan características de adaptación más limitadas o bien son sumamente especializados, lo cual restringe su distribución (Gil-Martínez *et al.*, 2021).

La rizósfera está compuesta principalmente de microorganismos no patógenos. La gran densidad y el aumento de las interacciones microbianas, dañinas y benéficas, pueden ser especialmente importantes para los patógenos del suelo, ya que los organismos productores de enfermedades deben penetrar la rizósfera para iniciar la infección. Las interacciones biológicas pueden conducir a la eliminación o supresión del patógeno o, bajo ciertas condiciones, pueden ser benéficas. Las excreciones radiculares y tejidos muertos afectan, por sí mismo, directa o indirectamente al patógeno por los cambios originados en la flora saprofita (Gil-Martínez *et al.*, 2021).

La Tristeza del Aguacate es la enfermedad más importante y destructiva de este cultivo en el mundo, ataca árboles de todas las edades, incluyendo los de vivero, destruye las raicillas delgadas provocando la muerte del árbol (Morales, 2013). Los síntomas similares generados por los diferentes agentes causales y la carencia de un diagnóstico preciso, han generado prácticas inadecuadas de manejo, encaminados solo al control de *Phytophthora cinnamomi* Rans, como único agente causal (Morales, 2011). El efecto del mal manejo de la marchitez ha ocasionado pérdidas cuantiosas; resultando en el decaimiento y muerte de los árboles en meses o pocos años, después de la siembra (Ciro *et al.*, 2006; Tamayo, 2007; Aproare Sat, 2009; Duque, 2011; Vásquez *et al.*, 2011).

Esta enfermedad se caracteriza por que las hojas muestran una tendencia a arrugarse como si les faltara agua, con una defoliación del árbol, los brotes no crecen normalmente las hojas recién formadas son pequeñas y de color amarillo, en la fructificación los frutos son abundantes pero pequeños y de mala calidad, las ramas mueren de la punta hacia la base, las raíces secundarias de los árboles afectados se ennegrecen volviéndose de una consistencia quebradiza (Morales, 2013).

En la zona radical se observa la ausencia de raicillas y las raíces más viejas y gruesas desarrollan en su interior manchas de color castaño-rojizo cuando el árbol presenta un estado avanzado de la enfermedad. Cuando la enfermedad se detecta en sus inicios únicamente se observa que las raíces absorbentes se tornan de un color oscuro, se vuelven quebradizas y finalmente mueren. Los síntomas mencionados anteriormente se detectan fácilmente en época de lluvias (Morales, 2011).

La Tristeza del Aguacate es un problema fitosanitario grave, en el estado de Michoacán ocasiona daños en plantaciones del 8 al 15%, afectando económicamente a productores (Morales, 2013).

Dada la importancia de esta enfermedad y control inadecuado, el objetivo de esta investigación fue aislar e identificar los principales hongos asociados a la tristeza del aguacate y evaluar la capacidad antagónica "*in vitro*" de los organismos asociados al síntoma de tristeza.

MATERIALES Y MÉTODOS

Colecta de muestras

La colecta de muestras de tejido se realizó en huertos con manejo convencional y manejo orgánico en los municipios de San Juan Nuevo, Tingambato, Peribán y Uruapan, realizando un muestreo dirigido a árboles con síntoma de tristeza en diferentes puntos de los huertos, se colectaron muestras de 10 árboles de cada huerto. Las raíces presentaban un color rojizo-café, blanquecinas y de aspecto quebradizo. Las muestras se tomaron en el área de goteo, que es donde se presenta una mayor interacción microbiana y flujo de raíces a una profundidad de 40 cm. Se extrajeron trozos de raíz de aproximadamente 3 a 4 cm de grosor, se depositaron en bolsas de papel nuevas, etiquetadas y almacenadas temporalmente en una hielera hasta la llegada al laboratorio de fitopatología para su posterior procesamiento. Al tomar la muestra de cada árbol se procedió a desinfectar la pala con alcohol al 96 %.

Aislamiento de los microorganismos

Para el aislamiento de los organismos se tomaron fragmentos de las raíces colectadas se lavaron con agua del grifo y jabón para eliminar restos de tierra, hojas y organismos macroscópicos, se cortaron las raíces en secciones de 4x4 mm con una navaja de bisturí. Para la desinfestación se sumergieron en una solución de hipoclorito de sodio al 2 %, con una duración de 60 segundos con agitación constante, después se enjuagaron tres veces con agua destilada estéril durante 45 segundos, se colocaron en toallas de papel estéril para quitar el exceso de humedad. Se sembraron cinco fragmentos de tejido en cajas Petri con medio de cultivo PDA (Papa-Dextrosa-Agar, Bioxon®) de manera equidistante en los puntos cardinales norte, sur, este, oeste y centro, posteriormente se sellaron con parafilm para evitar la contaminación por organismos no deseados, se almacenaron en una cámara bioclimática a una temperatura de 28°C en la oscuridad y 80% de humedad relativa durante 72 horas.

Purificación y multiplicación

Con la finalidad de realizar la caracterización morfológica e identificación de los diferentes aislados obtenidos, se tomó de cada caja Petri, los aislamientos que presentaban diferencias entre sí y se transfirieron a medio de cultivo PDA. La técnica de purificación fue por punta de hifa por duplicado, se colocó en el centro de la caja Petri, fueron selladas con Kleen-Pack y se incubaron a 28°C en cámara bioclimática.

Identificación de los microorganismos

Una vez obtenido el crecimiento micelial del material vegetativo enfermo se prepararon montajes en porta objetos, posteriormente, se identificaron mediante características morfológicas utilizando claves taxonómicas de acuerdo con Barnett y Hunter (2006); Se

identificaron distintos organismos presentes en las muestras, observando sus estructuras de reproducción y micelio, de los cuales resultaron más frecuente los géneros *Fusarium*, *Phytophthora*, *Trichoderma* y *Verticillium*.

Pruebas de antagonismo

Para las confrontaciones de las cepas de hongos se tomaron las más frecuentes que fueron: *Fusarium* spp. *Phytophthora* sp. *Verticillium* sp. *Cylindrocarpon* sp. *Rhizoctonia* sp. y *Trichoderma* sp. Los cuales son patógenos que causan enfermedades a excepción del genero *Trichoderma* que es un hongo considerado antagonista de fitopatógenos.

Las pruebas se realizaron en confrontación 1:4 combinando las cepas al azar, con el fin de elegir aquellos que mostraran actividad antagónica. Se colocaron discos de 0.5 cm de cada uno de los hongos a ensayar, en los puntos cardinales norte, sur, este, oeste y centro en cajas Petri con medio de cultivo PDA, se incubaron en cámara bioclimática donde crecieron los aislamientos a 28° C en oscuridad total.

Toma de datos

Para la evaluación de los datos obtenidos de las pruebas de diferentes combinaciones de hongos, se midió el diámetro de crecimiento del micelio de la colonia cada 24 h durante 12 días, se obtuvo el porcentaje de inhibición de crecimiento radial (PICR) con la fórmula propuesta por Ezziyani *et al.* (2004) $PICR = (R1 - R2) / R1 \times 100$, donde R1 es el radio mayor (radio del patógeno testigo) R2 es el radio menor (radio del patógeno en enfrentamiento con el antagonista).

Análisis estadístico

Para determinar la capacidad antagónica de los diferentes aislamientos de hongos se aplicó un diseño experimental completamente al azar, con ocho tratamientos, tres repeticiones y un testigo absoluto. Se realizó un análisis estadístico (ANOVA) y comparación de medias de Tukey, con un nivel de significancia de ($P < 0.05$), utilizando el programa (SAS OnDemand for Academics).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Identificación morfológica

Se obtuvieron 32 especies diferentes asociadas al síntoma de las tristeza del aguacate, de las cuales las más frecuentes fueron *Fusarium* spp. *Phytophthora* sp. *Verticillium* sp. *Cylindrocarpon* sp. *Rhizoctonia* sp. y *Trichoderma* sp. (Cuadro 1).

MUNICIPIO	ESPECIES	
	HUERTOS ORGÁNICOS	HUERTOS CONVENCIONALES
Uruapan	<i>Trichoderma</i> sp. <i>Phytophthora</i> sp. <i>Fusarium</i> sp. I, <i>Fusarium</i> sp. II, <i>Fusarium</i> sp. III, <i>Fusarium</i> sp. IV <i>Verticillium</i> sp. <i>Rhizoctonia</i> sp.	
Peribán de Ramos		<i>Fusarium</i> sp. I <i>Fusarium</i> sp. II <i>Trichoderma</i> sp. <i>Phytophthora</i> sp. <i>Cylindrocarpon</i> sp.
San Juan Nuevo	<i>Trichoderma</i> sp. <i>Fusarium</i> sp. <i>Fusarium</i> sp. II <i>Phytophthora</i> sp.	<i>Fusarium</i> sp.
Tingambato	<i>Fusarium</i> sp. <i>Verticillium</i> sp.	<i>Fusarium</i> sp. <i>Fusarium</i> sp. II <i>Verticillium</i> sp.

Cuadro 1. Especies aisladas en los diferentes municipios muestreados.

Fusarium sp. fue el hongo que se aisló con mayor frecuencia representando el 56.7% de los aislamientos, esta especie se presentó en la mayoría de los arboles muestreados concordando con Carranza y Morales (2015) quienes realizaron muestreos en la franja aguacatera en el estado de Michoacán México, y en el total de sus aislamientos reporta que el género *Fusarium* fue el que presentó el porcentaje más alto de incidencia, reportando las especies *F. oxysporum*, *F. solani*, *F. moniliforme*, *F. sporotrichioides*, *F. sanbucinum*, *F. tabacinum*.

Fusarium spp

El género *Fusarium* desarrollo colonias de color púrpura, naranja, amarillo, rojo, blanco- grisáceo y su crecimiento de aspecto algodonoso. Presento abundantes microconidios unicelulares, ovoides con 2 a 3 septos, macroconidios cilíndricos rectos y curvados, la célula basal es redondeada, los conidióforos formando monofialides cortas y largas, desarrollaron clamidosporas generalmente solas o en pares.

Phytophthora sp

Las cepas aisladas de este género presentaron crecimiento característico arrosado o en forma de camelia muy similar al tipo de crecimiento de *P. cinnamomi*. Los aislados obtenidos de este fitopatógeno presentaron micelio cenocítico con hinchamientos en las hifas, presentó abundante formación y germinación de clamidosporas con característica

típica con pared gruesa. Las diferentes cepas de este oomiceto variaron en tasa de crecimiento y con base en las estructuras morfológicas se coincidió ampliamente con lo reportado por Cedeño *et al.* (2021)

Verticillium sp

Se caracterizó por presentar crecimiento algodonoso de elevación media, con coloración inicial café, que conforme pasaba el tiempo se tornaba a café claro y halos concéntricos de color café. A nivel microscópico se detectó conidióforos ramificados en ángulos agudos y de forma verticilada, con conidios unicelulares redondeados. Estas características son propias del género *Verticillium*. Estos resultados corresponden a lo descrito por Castaño (2015) en la descripción de especies de *Verticillium sp.* atacando diversos cultivos de importancia económica.

Rhizoctonia sp

La cepa de *Rhizoctonia sp.* presento micelio aéreo característico que se tornó de pigmentación marrón, en medio de cultivo PDA, formo micelio hialino septado, con ramificaciones desarrolladas en ángulo de 90° entre la hifa principal. Los diámetros de las hifas se presentaron de 4.1 a 8.9 μm , lo que corresponde con Barnett y Hunter (2006).

Cylindrocarpon sp

Se caracterizó por tener un crecimiento lento, de aspecto lanoso y frondoso, con coloración verde pardo hasta amarillo. Microscópicamente se caracterizó por tener esporas rectilíneas, cilíndricas, rectas, de extremos redondeados, de gran tamaño, formadas sobre conidióforos ramificados en forma de árbol o coremio, clamidosporas formando cadenas, lo que concuerda con Barnett y Hunter (2006).

Trichoderma sp

De acuerdo con los criterios de identificación taxonómica de Barnett y Hunter (2006), las especies del género *Trichoderma* se compararon con claves taxonómicas e identificadas por sus características morfológicas. Las especies de *Trichoderma sp.*, presentaron colonias color verde claro a oscuro con textura polvosa a algodonosa, con micelio septado, conidióforo y conidios de color verde, mostraron diversas ramificaciones en forma piramidal, en algunos casos se observa la formación de dos a tres ramas laterales y presentaron micelio aéreo.

Las esporas y fialides, estructuras características corresponden a especies del género *Trichoderma*, presentaron formas y tañamos característicos de las especies de *T. harzianum*, *T. asperellum* y *T. viride* correspondiente a lo reportado por diferentes autores (Barnett y Hunter 2006; De Hoog, 2000; Romero-Arenas *et al.*, 2017; Chaverri *et al.*, 2015; Jaklitsch *et al.*, 2015).

Pruebas de antagonismo

Trichoderma sp

En las pruebas de confrontación de *Trichoderma* sp, con los tratamientos ensayados, ningún tratamiento logra inhibir el crecimiento del micelio de este hongo (Figura 1).

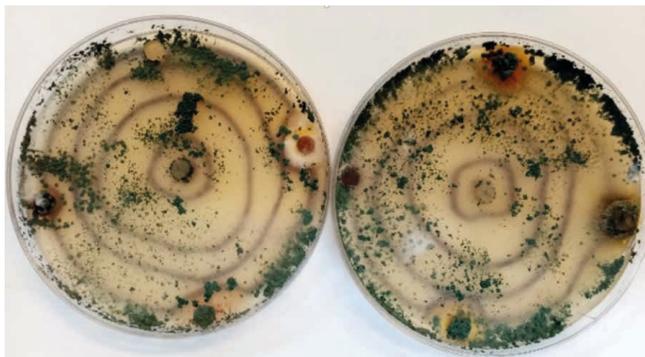


Figura 1. Efecto del antagonismo de la cepa de *Trichoderma* sp. en confrontación 1-4.

Phytophthora sp

En las confrontaciones de *Phytophthora* sp. contra todos los tratamientos ensayados, se obtuvo que *Trichoderma* sp. y *Verticillium* sp. lograron el mayor PICR del 100% y fue estadísticamente significativo. En estudios realizados por Espino *et al.* (2017) se demostró efecto antagónico de *Trichoderma* sp. contra *Phytophthora* sp. concordando con estos resultados (Figura 2).

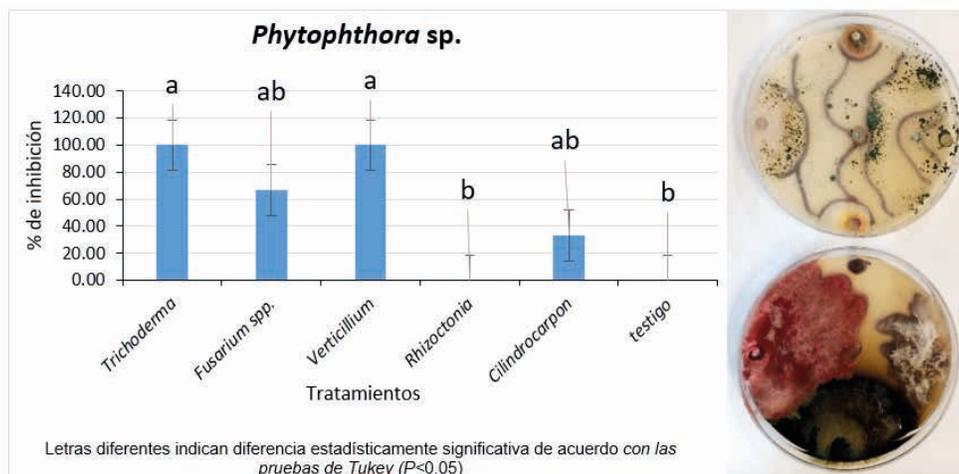


Figura 2. Efecto del antagonismo de la cepa de *Phytophthora* sp. en confrontación 1:4.

Fusarium spp

En las confrontaciones de *Fusarium* spp., el tratamiento con *Trichoderma* sp. logro el mayor porcentaje de inhibición de micelio con un PICR de 76.31% estadísticamente significativo, mientras que el tratamiento de *Cylindrocarpon* sp. no inhibió el crecimiento de micelio de este patógeno (Figura 3).

Los resultados no coinciden con los reportados por Espino *et al*, (2017), donde se observaron efectos de inhibición de *Trichoderma* sp. de solo el 24.60% contra *Fusarium moniliforme* y una resistencia a la colonización (parasitismo) de la cepa de *Trichoderma* sp.

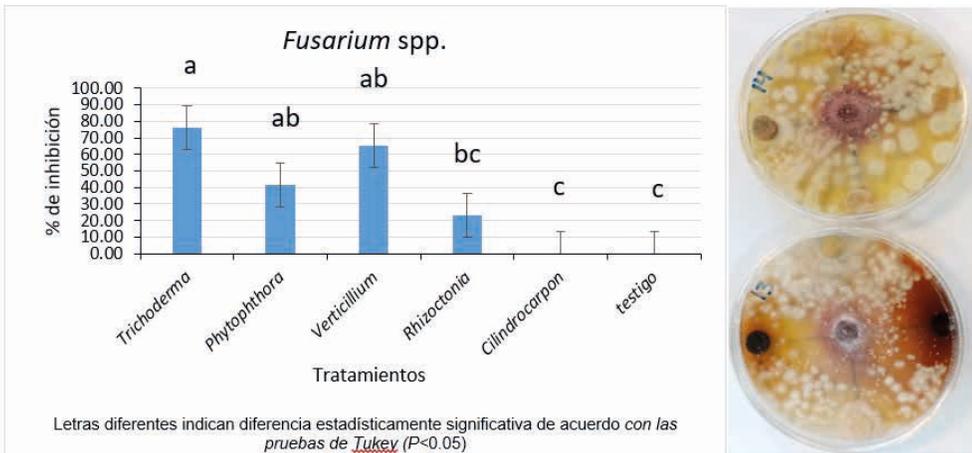


Figura 3. Efecto del antagonismo de la cepa de *Fusarium* spp.

Verticillium sp

En las confrontaciones de *Verticillium* sp, los tratamiento con *Trichoderma* sp, *Phytophthora* sp. y *Fusarium* spp. obtuvieron el mayor PICR de 90.48%, 85% y 66% respectivamente y fue estadísticamente significativo. Los resultados coinciden con lo reportado por Martis (1998) que encontró que diferentes cepas de *Trichoderma* sp., como *T. viride*, *T. koningii*, *T. harzianum* y *T. aureoviride*, inhibieron el crecimiento micelial de *Verticillium dahliae* debido a la producción de metabolitos. Observando varios tipos de interferencia de hifas (Figura 4).

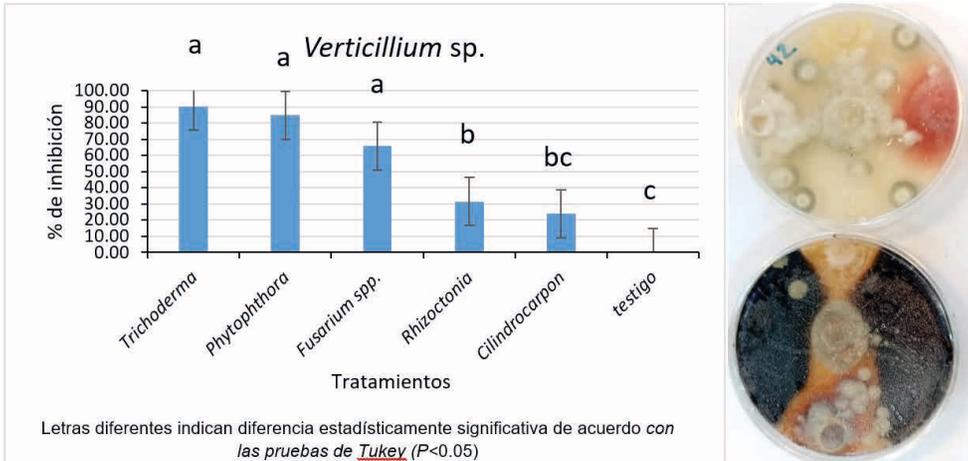


Figura 4. Efecto del antagonismo de la cepa de *Verticillium sp.* en confrontación 1:4.

Rhizoctonia sp.

En las confrontaciones de *Rhizoctonia sp.*, se obtuvo que los tratamientos de *Trichoderma sp.*, *Phytophthora sp.* y *Fusarium spp.* tuvieron un PICR similar y fue estadísticamente significativo por sobre los demás tratamientos (Figura 5).

La inhibición que presentó *Trichoderma sp.* contra *Rhizoctonia sp.* concuerda con lo reportado por Boracio (2012) quien encontró que en el cultivo de jitomate atacado por *Rhizoctonia sp.*, *Trichoderma sp.* logro inhibir el crecimiento de este patógeno causante de la marchitez en el cultivo de jitomate.

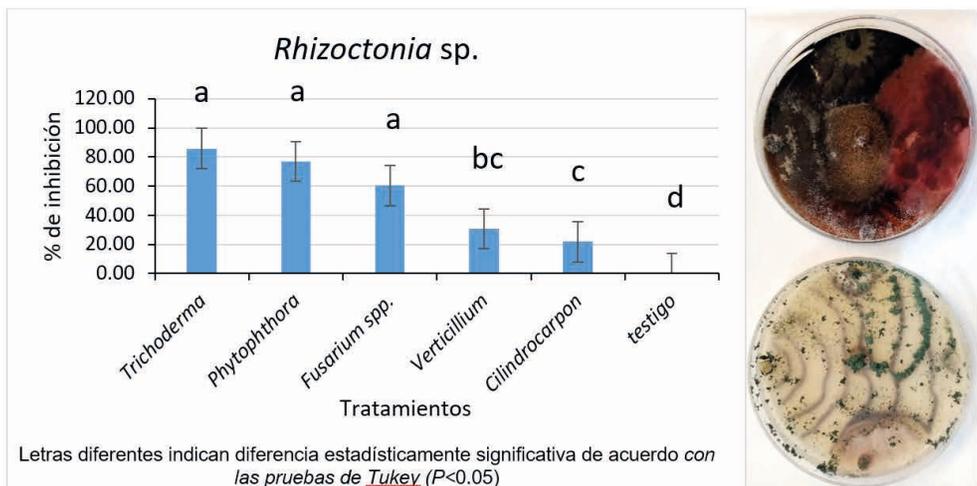


Figura 5. Efecto del antagonismo de la cepa de *Rhizoctonia sp.* en confrontación 1:4.

Cylindrocarpon sp

En las confrontaciones con *Cylindrocarpon* sp. los tratamientos con *Trichoderma* sp. y *Phytophthora* sp. obtuvieron el mayor PICR del 100% y fue estadísticamente significativo. Lo que coincide con Riquelme (2006) que observó una inhibición por parte *Trichoderma* spp. contra *Cylindrocarpon* spp. en el cultivo de la vid (Figura 6).

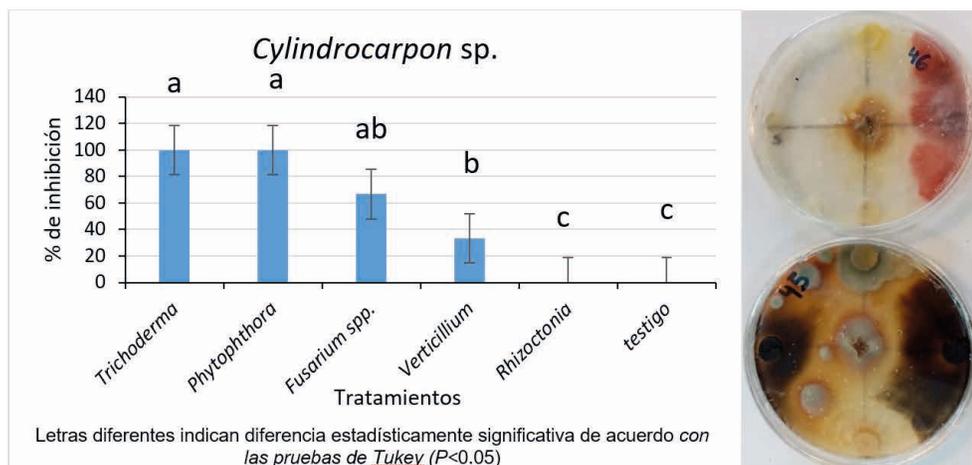


Figura 6. Efecto del antagonismo de la cepa de *Cylindrocarpon* sp. en confrontación 1:4.

CONCLUSIONES

Se obtuvieron 32 especies asociadas al síntoma de la tristeza del aguacate de las cuales las más frecuentes fueron *Fusarium* spp., *Phytophthora* sp., *Trichoderma* sp., *Verticillium* sp., *Rhizoctonia* sp.

El género *Trichoderma* obtuvo mayor capacidad antagonista en las confrontaciones, teniendo una eficacia sobre los fitopatógenos que causan la marchitez del aguacatero.

Las pruebas con este microorganismo antagonista han demostrado la existencia de alternativas biológicas para el control de enfermedades de la raíz del aguacate en condiciones de laboratorio.

REFERENCIAS

Aproare S. 2009. Línea base o diagnóstico de campo. Informativo el aguacate, 2(1):5-7.

Barnett, H. L. and Hunter, B. B. 2006. Illustrated genera of imperfect fungi. 4th Edition, The American Phytopathological Society, St. Paul Minnesota.

Barocio, C. N. 2012. Evaluación de vermicomposta de gallina para el manejo de enfermedades de la raíz de jitomate. Instituto Politécnico Nacional, Iquilpan, Mich., México. <http://articulo.ipn.mx/handle/123456789/12255>

Carranza, R. Y., & Morales, G. J. 2015. Aislamiento, identificación y patogenicidad de hongos asociados a la raíz de aguacate (*Persea americana* Mill.) con sintoma de tristeza en Michoacán. *VIII Congreso Mundial de la Palma*, 189-193. https://www.avocadosource.com/wac8/section_03/carranzarojasy2015.pdf

Castaño, J. 2015. *Principios básicos de hongos fitopatógenos*. Universidad de Caldas, Manizales, Colombia.

Cedeño M. Á. V., Romero M., R. F., Auhing A. J. A., Mendoza L. A. F., Abasolo P. F. y Canchignia M. H. F. 2020. Caracterización de *Phytophthora* spp. y aplicación de rizobacterias con potencial en biocontrol de la enfermedad de la mazorca negra en *Theobroma cacao* variedad CCN-51. *Scientia Agropecuaria*, 11(4), 503-512. <https://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.04.05>

Ceja-Torres, L. F., Téliz-Ortiz, D., Osada-Kawasoe, S., & Morales-García, J. L. 2000. Etiología, Distribución e Incidencia del Cancro del Aguacate *Persea americana* Mill. en Cuatro Municipios del Estado de Michoacán, México. *Revista Mexicana de Fitopatología*, file:///C:/Users/Dany%20LAPTOP-CORODOJI/Documents/MATERIAS%20DE%20INGENIERIA/6°%20HONGOS%20FITOPATOGENOS/cancro%20del%20aguacatero.pdf.

Chaverri, P., Branco, F., R., Jaklitsch, W., Gazis, R., Degenkolb, T., & Samuels, G. J. 2015. *Systematics of the Trichoderma harzianum species complex and the re-identification of commercial biocontrol strains*. *Mycologia*. doi: 10.3852/14-147.

Ciro D., Rendón K. & Navarro R. A. 2006. Reconocimiento de la pudrición de raíces (*Phytophthora cinnamomi*) en aguacate (*Persea americana*) en Antioquia. *Revista Universidad Católica de Oriente*, 22:41-51.

De Hoog, G. S.; Guarro, J.; Gene, J. and Figueras, M. J. 2000. Atlas of clinical fungi, 2nd edition. entraalbureau voor Schimmelcultures, Utrecht. *Mycological research*. 106(4):507-511. Doi:10.1017/S0953756202226167.

Duque D. S. 2011. Asfixia radicular: estrategias de manejo en Colombia. En: *Memorias del VII Congreso Mundial del Aguacate*. Cairns Australia. P 12-24

Espino-Cerda, Á., Morales-García, J. L., Pedraza-Santos, M. E., & Morales-Montelongo, K. L. 2017. Pruebas de antagonismo con hongos asociados al síntoma de marchitez de arboles de aguacate en Michoacán, México. *Memorias del V Congreso Latinoamericano del Aguacate*, 173-180.

Ezziyyani, M., Sid Ahmed, A., Pérez, C., Requena, M., & Candela, M. 2006. Control biológico por microorganismos antagonistas. *Revista Horticultura*, 8-15.

FAOSTAT. 2017. *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura*. Obtenido de <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>

Gil-Martínez M, López-García Á, Domínguez MT, Kjølner R, Navarro-Fernández CM, Rosendahl S, Marañón T (2021). Soil fungal diversity and functionality are driven by plant species used in phytoremediation. *Soil Biology and Biochemistry*, 153: 108102. <http://doi.org/10.1016/j.soilbio.2020.108102>

Jaklitsch, W.M. and Voglmayr, H. 2015. Biodiversity of Trichoderma (Hypocreaceae) in Southern Europe and Macaronesia. *Studies in Mycology*. 80:1-87. Doi.org/10.1016/j.simyco. 2014.11.001.

Martins, C. M. 1998. *Antagonismo IN VITRO de Trichoderma spp. A Verticillium dahliae KLEB.* Escuela Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Sao Paulo.

Morales, G. J. L. 2013. *foro veracruzano de fruticultura y cultivos*. Obtenido de <http://www.concitver.com/1erForoVeracruzanoDeFruticulturayCultivos/03-12-13%20presentaciones%20Martes/Dr.%20Jos%C3%A9%20Luciano%20Morales%20Garc%C3%ADa/Plagas%20y%20Enfermedades%20del%20aguacate.pdf>

Morales-García, J. L. 2011. Enfermedades de importancia económica en el cultivo de aguacate. *III Congreso Latinoamericano del aguacate memorias*.

Riquelme, W. A. 2006. Evaluación in vitro de tres cepas del genero trichoderma spp. para el control de los hongos phopsis viticola y *Cylindrocarpon* spp. causante de pudrición de estacas de vid. Universidad de Talca, Chile.

Romero-Arenas, O.; Amaro, J. L.; Damián, M. A.; Valencia de Ita, M. A.; Rivera, A. y Huerta, M. 2017. Biopreparados de *Trichoderma* spp. para el control biológico de *Phytophthora capsici* en el cultivo de tomate de Puebla, México. Información Técnica Económica Agraria.113(4):313-324. Doi.org/10.12706/itea.2017.019.

SAGARPA. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación Obtenido de: <http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/michoacan/boletines/Paginas/B0342015.aspx>

Tamayo, M. P. 2007. Enfermedades del Aguacate. Ponencia presentada en el marco del Encuentro Nacional de la Cadena Productiva del Aguacate, 51-70. Obtenido de <http://132.248.9.34/hevila/Revistapolitecnica/2007/no4/2.pdf>

Vásquez L, Ríos G, Londoño M & Torres M. 2011. Caracterización biofísica y socioeconómica del sistema de producción de aguacate cv Hass en los departamentos de Antioquia, Caldas, Risaralda y Quindío. Corporación Colombiana de investigación CORPOICA. 54 p.