

## EFFECTO DE AISLAMIENTOS NATIVOS DE *TRICHODERMA* SP. SOBRE EL CRECIMIENTO MICELIAL DE *SCLEROTIUM ROLFSII*.

(Effect of native isolates of *trichoderma* sp. on the mycelial growth of *Sclerotium rolfsii*)

Yadira Flores<sup>1</sup>, Yinny Mújica<sup>2</sup>, Antonio Romero<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional Experimental de los Llanos Ezequiel Zamora. VIPI. Instituto de Agroindustria Sustentable (IAS). Grupo de creación Intelectual Sendero de eco-investigación a la planetariedad(GCISEP).

<sup>2</sup>Universidad Nacional Experimental de los Llanos Ezequiel Zamora. VIPI. Fundación La Salle.

<sup>3</sup>Fundación La Salle de Ciencias Naturales, Campus Cojedes. Grupo de Creación Intelectual Sendero de eco-investigación a la planetariedad (GCISEP).

Correspondencia a: [yaindiruben@gmail.com](mailto:yaindiruben@gmail.com)

Recibido: 16/02/2023

Aceptado: 29/04/2023

### RESUMEN

El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto *in vitro* de cuatro aislamientos de *Trichoderma* sp sobre el crecimiento micelial de *Sclerotium rolfsii*, aislado de cultivos de diferentes localidades en San Carlos, estado Cojedes. Se utilizó un diseño de campo experimental, completamente aleatorizado con 5 tratamientos y 10 repeticiones. Los microorganismos patogénicos y antagonista se obtuvieron de muestras de suelos de cuatro localidades y se procesaron de acuerdo a la técnica de dilución seriada. Para determinar la actividad antagónica de los 4 aislamientos de *Trichoderma* contra *S.rolfsii*, se realizaron pruebas de cultivos dual. En las interacciones se determinó las variables: inhibición del crecimiento y se cuantificó porcentaje de reducción de esclerocios (PRE). El análisis estadístico indica que existen diferencias significativas, con un nivel de significancia de  $P > 0.05$ , para el crecimiento *S. rolfsii* al ser enfrentado a los cuatro aislamientos de *Trichoderma* sp. La Prueba de comparación de medias de DUNCAN indica que el aislamiento con mayor potencial inhibitorio fue el 4, seguido del 3, los aislamientos 1 y 2 se comportaron similar al patógeno. En cuanto a la formación de esclerocios, los aislamientos 3 y 4, presentaron un porcentaje de inhibición de 94 y 92 % respectivamente. Sin embargo, los aislamientos 1 y 2 permitieron la formación de estas estructuras en un alto porcentaje (58 y 43% respectivamente), por lo tanto, estos aislamientos no son recomendables para ser considerados al momento de realizar controles a nivel de campo.

**Palabras clave:** aislamiento, patógeno, antagonista, control.

### SUMMARY

The objective of the work was to evaluate the *in vitro* effect of four isolates of *Trichoderma* sp on the mycelial growth of *Sclerotium rolfsii*, isolated from cultures from different locations in San Carlos, Cojedes state. An experimental field design was used, completely randomized with 5 treatments and 10 repetitions. The pathogenic and antagonistic fungi were obtained from soil samples from four locations and processed according to the serial dilution technique. To determine the antagonistic activity of the 4 *Trichoderma* isolates against *S.rolfsii*, dual culture tests were

performed. In the interactions, the variables were determined: growth inhibition and the percentage reduction of sclerotia (PRE) was quantified. The data were statistically analyzed, yielding the following results: There are significant differences, with a significance level of  $P > 0.05$ , for the growth of *S. rolfsii* when faced with the four isolates of *Trichoderma* sp. The DUNCAN Means Comparison Test indicates that the isolate with the greatest inhibitory potential was 4, followed by 3, isolates 1 and 2 behaved similarly to the pathogen. Regarding the formation of sclerotia, isolates 3 and 4, presented a percentage of inhibition of 94 and 92 % respectively. However, isolates 1 and 2 allowed the formation of these structures in a high percentage (58 and 43% respectively), therefore, these isolates are not recommended to be considered when carrying out controls at the field level.

**Keywords:** isolation, pathogen, antagonist, control.

## INTRODUCCIÓN

La agricultura es la única actividad capaz de proporcionar a la población una gran variedad de alimentos, por lo tanto, su importancia es clave históricamente, debido a que la seguridad alimentaria mundial es de gran relevancia, por lo que es necesario incrementar la inversión para investigación y desarrollo agrícola y así se podría aumentar la productividad. En este sentido, se debe resaltar que existen diversos factores que afectan los rendimientos de los cultivos, siendo uno de ellos la incidencia de plagas, lo que hace que los productores traten de controlarlas, con el uso de productos químicos, los cuales causan un impacto ambiental y no ejercen un control eficiente, aunado al incremento de los costos de producción por el alto valor que tienen.

Dentro de este orden de ideas, el progresivo daño ambiental generado por el uso de sustancias químicas para tratar de

controlar las enfermedades en las plantas, ha originado el uso de alternativas biológicas, como es el caso del hongo *Trichoderma*, este microorganismo antagonista pertenece a un género fúngico de la rizosfera que es considerado simbiote oportunista de plantas, ayuda a la solubilización de fósforo, y de igual manera contribuye a propiciar la síntesis de sustancias generadoras del crecimiento vegetal. Además, de acuerdo a Petit *et al.*, (2013), este microorganismo no solo se ha caracterizado por su uso como bioinoculante y como agente de biocontrol, sino también por su capacidad de generar enzimas que ayudan a degradar residuos orgánicos sólidos, por lo que puede contribuir en la mineralización y en la reutilización de los residuos.

Debe señalarse que las especies de *Trichoderma* predominan en ecosistemas terrestres (bosques o suelos agrícolas), tienen bajo requerimiento nutrimental pero

relativamente amplio rango de temperatura (25-30°C) para su crecimiento. Además, poseen alta adaptabilidad a condiciones ecológicas y pueden crecer de manera saprofítica, interactúan con animales y plantas, y se desarrollan en diversos sustratos, lo cual facilita su producción masiva para uso en la agricultura, por esta razón se han estudiado una diversidad de especies de *Trichoderma* en numerosos hábitats naturales, lo cual permite ampliar el conocimiento sobre su aporte biotecnológico, y su importancia ecológica y agrícola.

Este género es utilizado como agente de biocontrol contra hongos fitopatógenos debido a sus variados mecanismos de acción, siendo de gran importancia la antibiosis, el micoparasitismo, la competencia por espacio y nutrientes, y la producción de metabolitos secundarios (Argumedo-Delira *et al.*, 2009). Los mismos autores afirman que varias especies de *Trichoderma* se han utilizado en sistemas acoplados de fermentación en sustratos sólidos o cultivos sumergidos, para degradar residuos lignocelulósicos y para generar energías alternativas como etanol. Los biorreactores como sistemas de fermentación optimizan las condiciones del cultivo para favorecer la generación de biomasa y metabolitos.

Este hongo, por su alto potencial de control biológico, de acuerdo a Castañeda *et al.*, (2017), posee diversas ventajas, ya que tiene un crecimiento y desarrollo muy rápido, pero además posee mecanismos de acción debido a una competencia física por el espacio y los nutrientes del medio; la producción de metabolitos secundarios con actividad antibiótica o anti-fúngica; parasitismo directo o inducción de resistencia (Howell *et al.*, 2003; citado por Garrido y Vilela, 2019). Los autores afirman que lo anterior representa una alternativa de control para mejorar la nutrición y resistencia de las plantas, así como disminuir la incidencia de enfermedades.

Es importante destacar que, de acuerdo a Castro *et al.*, (2015), en los últimos diez años, se han utilizado especies de *Trichoderma* no solo para el control de hongos patógenos que habitan en el suelo, sino que se ha incursionado en su aplicación contra agentes causales de enfermedades foliares, con la obtención de una eficiencia del 80 % ante *Mycosphaerella fijiensis* Morelet, al aplicar en parcelas de *Musa* spp. cepas de *Trichoderma harzianum* Rifai. Así mismo, Mamani *et al.*, citado por Pérez-Torres *et al.*, (2018), ha reportado la eficiencia de *Trichoderma* en el control de *Helminthosporium solani* Dur. y Mont,

agente causal de la mancha plateada en *Solaunum tuberosum* L. En una investigación reciente (Rodríguez y Flores, 2018), se encontró en pruebas de enfrentamiento que dos aislamientos de *T. harzianum* fueron efectivos en inhibir el crecimiento y esporulación de *Fusarium verticillioides*.

De acuerdo a estudios realizado por diversos autores (Lorito *et al.*, 2010; Mazyar *et al.*, 2010, citado por Garrido, Vilela, 2019), las formulaciones comerciales compuestas por varias especies de *Trichoderma* (*T. harzianum*, *T. viride* y *T. atroviride*) usadas generalmente pertenecen a una región diferente a la que se aplica, lo que deriva en la ineficacia del control (Harman *et al.*, 2010). Al respecto Altieri y Nicholls (2000), recomiendan la utilización de especies nativas adaptadas a las condiciones ecológicas de la región de aplicación para garantizar la acción exitosa del biocontrolador. Sin embargo, algunas empresas requieren cepas con capacidad de biocontrol y adaptación a diferentes regiones y sobre diversos agentes patógenos.

Así mismo, a pesar de que la capacidad antagónica de *Trichoderma* es altamente variable, de acuerdo a Arcia (1995), las cepas nativas de un lugar puedan ser más efectivas que las importadas, donde esta capacidad

dependerá de la especificidad de la cepa y sus modos de acción, significa que pueden existir aislamientos que sean más eficientes para el control de un patógeno que de otro (Martínez *et al.*, 2008), estas características están mejor establecidas en las cepas comerciales.

Respecto a *Sclerotium rolfsii*, para Corrêa, Mello, Ávila, Minaré, Pádua y Gomes (2007), es un hongo ascomiceto, fitopatógeno, necrotrófico que causa un gran número de enfermedades en los cultivos, como también en plantas no cultivadas. Así mismo, es uno de los causantes de enfermedad comúnmente denominada podredumbre blanca.

Este patógeno causa lesiones en el tallo, las cuales se producen al nivel del suelo o cerca de las axilas foliares y son ligeramente hundidas, ovaladas o alargadas, extendiéndose hacia arriba por el tallo. De aspecto húmedo al principio, las lesiones acuosas se vuelven de color marrón, blanco en el centro, anillado o localizado. Los tallos afectados llegan a estar cubiertos por una capa de micelio blanco. La médula central se destruye y el vacío se llena con un micelio blanco que posteriormente se transforma en esclerócios duros negros, de 0.5 a 1.0 cm de largo. Los ápices suelen marchitarse y el tallo se parte o se quiebra al nivel del suelo. Los tubérculos cercanos a la superficie del suelo se arrugan, se oscurecen superficialmente y se

tornan acuosos. Posteriormente, las cavidades se llenan con un micelio blanco y esclerocios. Cuando los esclerocios germinan, forman capas miceliales o pequeños apotecios en forma truncada desde los cuales las esporas se transportan por el viento a infectan las hojas y los tallos de muchos cultivos y malezas dicotiledóneas (Remesal, 2011).

Es importante destacar, que *S. rolfsii* forma estructuras de resistencia, llamadas esclerocios, los cuales son masas compactas de hifas que pueden o no contener tejido del hospedante, por lo común con una cubierta oscura y capaz de sobrevivir bajo condiciones desfavorables (Agrios 1996). Estas estructuras tienen la capacidad de permanecer latentes en el suelo durante largos periodos, lo cual permite la sobrevivencia del patógeno en condiciones adversas, pero al favorecer las condiciones edafoclimáticas germinan e infectan los tallos a nivel del suelo y, en algunos casos, forman apotecios, cuyas ascosporas al ser dispersadas pueden llegar a producir infecciones en la parte aérea de la planta (Cundon *et al.*, 2000), por lo tanto este patógeno, causa pérdidas considerables a nivel de producción y dificultan su control.

Por todo lo antes expuesto, el objetivo de la investigación se centró en evaluar el efecto *in vitro* de cuatro aislamientos de *Trichoderma* sp sobre el crecimiento micelial

de *Sclerotium rolfsii.*, procedente de cultivos en diferentes localidades en San Carlos, estado Cojedes

## METODOLOGÍA

Se utilizó un diseño experimental completamente aleatorizado, con seis tratamientos y 10 repeticiones, para una población de 60 placas de Petri contentivas de agar papa dextrosa (PDA) con microorganismos según el tratamiento. Cada placa representa una unidad experimental.

Cada tratamiento estuvo constituido por los 4 aislamientos de *Trichoderma* sp, cuando se enfrentaron a *Sclerotium rolfsii*, más los testigos tanto del hongo patogénico, como del biocontrolador.

## Obtención de las muestras de suelo

Las muestras de suelo fueron colectadas de parcelas de cultivos forestales, café y maíz, en las que nunca antes se habían utilizado productos microbiológicos a base de *Trichoderma*, además de un aislamiento comercial. Para la colecta de muestras de suelo se seleccionaron tres (3) unidades de producción de diferentes localidades de San Carlos. Por cada unidad de producción se tomaron tres (3) muestras de suelo de un (1) kilogramo, a una profundidad de 15 cm en el surco del cultivo, y se obtendrá a partir de cinco (5) sub-muestras, colectadas en el área

adyacente a las plantas. Las muestras se colectaron con una pala de mano (palín), el que fue desinfectado superficialmente con alcohol 70% v/v, después de cada colecta. Las muestras se colocaron en bolsas plásticas debidamente rotuladas, con información del lugar y fecha de colecta, posteriormente se trasladaron al laboratorio de Fitopatología de Fundación La Salle de Ciencias Naturales, Campus Cojedes, para realizar el proceso de aislamiento de *Trichoderma*.

#### **Procesamiento de las muestras.**

Cada muestra de suelo fue homogenizada y tamizada en un tamiz de 2 mm, para eliminar piedras y partículas grandes de suelo o material vegetal, posteriormente tomó 1 g de suelo y realizó el proceso de aislamiento de *Trichoderma* spp, para lo cual se utilizó la técnica de dilución seriada descrita por Lecuona (1996). En un erlenmeyer con 99 ml de agua destilada estéril con 0.01 % de Tween-80, se colocó 1 gramo de muestras de suelo, la cual se homogeneizó en un agitador orbital por 24 horas.

Se realizaron diluciones  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$  y  $10^{-4}$  y se colocó 1ml en placas Petri conteniendo medio de cultivo Papa Dextrosa Agar (PDA), esterilizado previamente a 1 bar de presión y  $121^{\circ}\text{C}$  por 20 minutos. Las placas de Petri inoculados se mantuvieron en incubación a temperatura entre  $23^{\circ}\text{C}$  y  $25^{\circ}\text{C}$  por un periodo

de 6 a 8 días. Las colonias que presentaron las características típicas de *Trichoderma* sp fueron re-aisladas en medio cultivo PDA; a partir de estos cultivos puros se prepararon montajes para observaciones en el microscopio con el fin de identificar *Trichoderma* a nivel de género. Los aislamientos de *Trichoderma* sp obtenidos a partir de las muestras fueron codificados con base a su origen.

#### **Pruebas de enfrentamiento**

Para evaluar el potencial antagónico de los aislamientos de *Trichoderma* sp contra *Sclerotium rolfsii*, se realizaron pruebas de cultivo dual, para ello se sembraron en la superficie de placas de Petri con PDA, discos de 5 mm de diámetro colonizados con micelio de *Trichoderma* en un lado de la cápsula y otro disco con micelio del patógeno en el otro extremo. El material se incubó por 7 días a temperatura ambiente y se realizaron las observaciones pertinentes. Se efectuaron 4 pruebas de enfrentamiento (4 aislamientos de *Trichoderma* vs *Sclerotium rolfsii*) con su testigo correspondiente

En las interacciones se determinaron las siguientes variables: porcentaje de inhibición del crecimiento (PIC) y cuantificó Porcentaje de reducción de esclerocios (PRE). Las mismas se midieron y analizaron como se indica a continuación:

Porcentaje de inhibición del crecimiento (PIC): Cada 24 h se midió el radio de la colonia del patógeno tanto en las interacciones como en los testigos. Los datos obtenidos se analizaron con una ANOVA y prueba de comparación de medias de DUNCAN.

### ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Se obtuvieron cuatro aislados los cuales fueron considerados como aislados nativos, debido a que no existía ninguna aplicación de productos a base de *Trichoderma* en los lugares muestreados.

**Tabla 1.** ANOVA para pruebas dual con aislamientos de *Trichoderma* sp y *S.rolfsii*

	Suma de Cuadrados	Gl	Media Cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	1,497	3	0,499	22,453	,000
Intra-grupos	0,800	36	0,022		
Total	2,297	39			

**Fuente:** Propia (2023)

En cuanto a la prueba de comparación de medias de DUNCAN, en la tabla 2 se evidencia la existencia de tres grupos, donde el grupo 1 está representado por los aislamientos 3 y 4, el grupo 2 por el 4 y el 1.

**Tabla 2.** Prueba de comparación de medias de DUNCAN para crecimiento de aislamientos de *Trichoderma* sp y *Sclerotium rolfsii*

Aislamiento	N	Subconjunto para alfa= 0.05		
		1	2	3
3	10	0,4520		
4	10	0,5860	0,5860	
1	10		0,5980	
2	10			0,9720
Sig.		0,052	0,858	1,000

**Fuente:** Propia (2023)

### Capacidad de la acción antagónica y de competencia *in vitro* de aislamientos de *Trichoderma* sp.

En cuanto a los resultados de los cultivos dual entre los cuatro aislamientos de *Trichoderma* sp y *Sclerotium rolfsii*, la prueba de ANOVA (tabla 1), refleja que existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, lo cual indica que dichos tratamientos se comportaron de forma diferente en cuanto a la inhibición de crecimiento micelial.

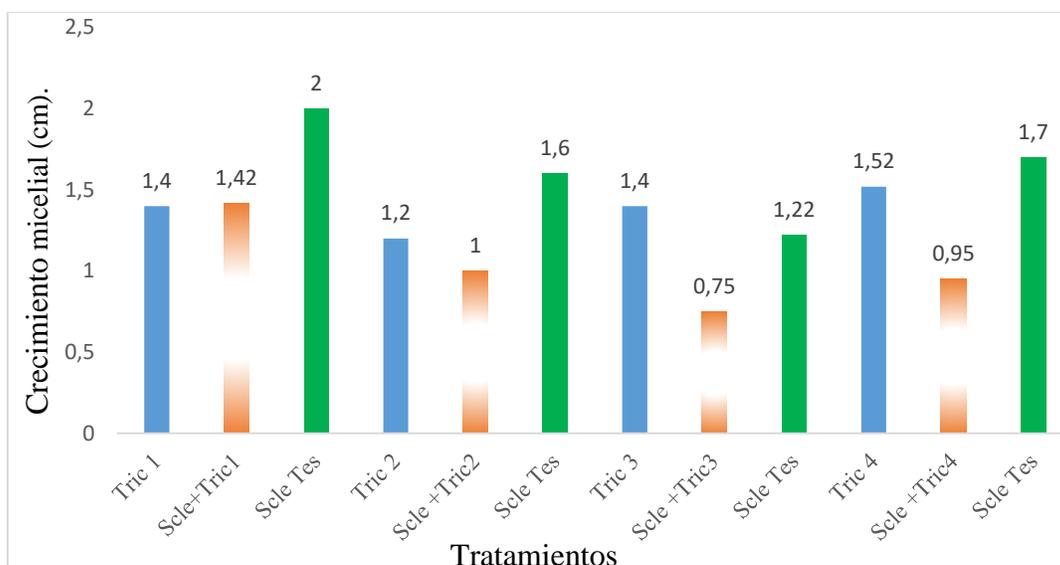
Aparentemente la actividad antagónica del aislamiento 2 sobre el hongo patógeno, fue poca ya que este avanzó sobre ellas al colonizar toda la superficie del medio.

Todos los aislamientos inhibieron el crecimiento de *Sclerotium rolfsii*, cuando se enfrentaron en cultivo dual, sin embargo, unas fueron más efectivas que otras, es posible que esto se explica por lo aseverado por Dennis y Webster (1971), citado por Correa et al., (2007), ya que el nivel de control de un patógeno puede variar de acuerdo con el aislamiento utilizado y con su adaptabilidad a las condiciones bióticas y abióticas, dentro y entre especies de *Trichoderma*. Así mismo, Wells et al. (1972) citado en Correa et al., (2007), determinaron que especies de *Trichoderma* pueden ser diferencialmente selectivas contra diferentes hongos. En este sentido, Bell et al. (1982), al comentar ese hecho, recomiendan la selección de antagonistas contra una enfermedad específica y la evaluación de mezclas de antagonistas para amplias aplicaciones.

En este trabajo, lo anterior queda perfectamente ilustrado en la figura 2, donde se evidencia que los aislamientos con mayor potencial inhibitorio fue el 4, seguido del 3, ya que los aislamientos 1 y 2 tienen un comportamiento similar al patógeno bajo estudio. Al respecto, Sivila y Alvares (2013), aseveran que se ha demostrado que el *Trichoderma* spp. actúa contra un amplio rango de hongos fitopatógenos transmitidos

por suelo y aire, este antagonista ha sido usado contra pudriciones en una gama de especies, causadas por *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Pythium*; y patógenos formadores de esclerocios como *Sclerotinia* y *Sclerotium*.

Estos resultados guardan relación con los presentados por Bautista y Acevedo (1994), quienes realizaron pruebas en cultivos duales entre 16 aislamientos de *Trichoderma*, de las cuales cinco presentaron gran potencial de antagonismo por su alta velocidad de crecimiento y capacidad de inhibir la formación de esclerocios. Así mismo, Michel-Aceves et al. (2005), reportan resultados similares encontrando solamente tres aislados de *Trichoderma* de las 20 evaluadas, que detuvieron el crecimiento de *S. rolfsii*, con antagonismo clase uno y dos; mientras que el resto de las cepas el patógeno fueron más agresivas. Por lo tanto, de acuerdo a Hernández et al., (2011), se confirma que *Trichoderma* sp. podría destruir no sólo el micelio, sino también las estructuras de resistencia de *Macrophomina phaseolina* lo cual coincide con lo reportado con anterioridad por Vera et al., (2005), quienes muestran que *Trichoderma* sp. es capaz de degradar e inhibir la formación de esclerocios para el caso del patógeno *Sclerotium cepivorum*.



**Figura 2.** Crecimiento micelial de cultivo dual *Sclerotium rolfsii* y *Trichoderma* sp.

En cuanto a la formación de esclerocios de *Sclerotium rolfsii*, una vez que transcurrieron los 21 días de confrontación de los diferentes aislamientos con el patógeno, se observó y cuantificó la formación de esclerocios, donde el testigo absoluto del patógeno permitió la formación de un promedio de 210 esclerocios, sin embargo, en el caso de T1 fue de 120 esclerocios, en T2 se formaron 89, T3 16 y 12 esclerocios en T4. Con estos resultados se calculó el porcentaje de inhibición de formación de esclerocios (tabla 3). En la figura 2 se observa que los

aislamientos 3 y 4 fueron los más promisorios ya que a pesar de que *Trichoderma* permitió el crecimiento micelial, inhibió la formación de esclerocios, resultando un porcentaje de inhibición de 94 y 92 % respectivamente. Sin embargo, los aislamientos 1 y 2 permitieron la formación de estas estructuras en un alto porcentaje (58 y 43% respectivamente), por lo tanto, estos aislamientos no son recomendables para ser considerados al momento de realizar controles a nivel de campo.

**Tabla 3.** Formación de esclerocios y porcentaje de inhibición de *Sclerotium rolfsii*

	Formación de esclerocios	% de inhibición
Trich1	120	42
Trich 2	89	57
Trich 3	16	92
Trich 4	12	94
Test Scle	210	

**Fuente:** Propia (2023)

Estos resultados son coincidentes con los reportados por González *et al.*, (2017), quienes encontraron que el tratamiento control desarrolló un número promedio de 200 esclerocios, y en el caso de Th59 fue de 34 esclerocios, 32 esclerocios Th4 y 28 esclerocios en Th57, en cuanto al porcentaje de inhibición de formación de los esclerocios fueron entre 83 a 86% de inhibición, y no presentaron diferencias significativas entre sí. *S. rolfsii* solo logró un porcentaje de formación de estructuras de resistencia de 14-17%, quedando demostrado el nivel de efectividad de *T. harzianum* para inhibir la formación y desarrollo de los esclerocios para este caso.

Así mismo, existen reportes de otras investigaciones donde se evidencia la efectividad de aislamientos de *Trichoderma* para inhibir la formación de estructuras de resistencia y reproducción como los esclerocios. Dentro de estos reportes están los señalados por Jiménez (2004); Flores *et al.*, (1999); Martínez (2009) y Rojas (2012), donde los aislamientos en estudios arrojaron datos de gran importancia, puesto que el porcentaje de inhibición de estas estructuras de resistencia fue positivo, ya que estuvieron cerca de los valores deseables, es decir el 100% de inhibición.

En las interacciones en cultivo dual para los aislamientos T3 y T4, se observó sobrecrecimiento y supresividad, resultados similares a los reportados por Shalini *et al.*, (2006), citados por Guédez, *et al.*, (2012) y Atasanova *et al.*, (2013), estos autores encontraron que *Trichoderma* spp., ejercía este mecanismo sobre *Rhizoctonia solani*, cubriendo con gran velocidad al patógeno y esporulando sobre él, expresando estrategias de depredación (muerte inmediata y consumición) y parasitismo. Lo anterior se puede evidenciar en la figura 1, donde el crecimiento del biocontrolador fue mayor durante el periodo de evaluación, así mismo, al comparar el crecimiento micelial de *Fusarium* sp., como testigo, estuvo muy por encima del crecimiento en cultivo dual con *Trichoderma* sp., lo cual indica que existe inhibición del crecimiento de *Fusarium* por parte del antagonista bajo estudio

Así mismo, Atasanova *et al.*, (citado), también registraron reacción neutral con signos de micoparasitismo débil de *T. reesei* contra *R. solani*, los cuales concuerdan con los resultados reportados en la presente investigación, ya que el aislamiento 1 permitió un mayor crecimiento micelial de *Fusarium*.

## CONCLUSIONES Y

## RECOMENDACIONES

Se obtuvieron cuatro aislados los cuales fueron considerados como aislados nativos, debido a que no existía ninguna aplicación de productos a base de *Trichoderma* en los lugares muestreados

Estadísticamente los aislamientos más promisorios son el 3 y 4, ya que inhibieron casi en su totalidad el crecimiento micelial del hongo patógeno, *Sclerotium rolfsii*.

Los aislamientos 3 y 4 presentaron una inhibición del crecimiento micelial in vitro, lo que indica que pueden presentar una alta adaptación edafoclimática por su condición de nativas, por lo tanto, podrán ser incorporadas al manejo del cultivo favoreciendo la sustentabilidad del sistema agrícola.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS CONSULTADAS

- Arcia, A. (1995). Uso de Antagonistas en el Control de Fitopatógenos del Suelo. En Curso sobre Control Microbial de Insectos Plagas y Enfermedades en Cultivos. Seminario en la Universidad Centro Occidental (UCLA). Barquisimeto - Venezuela. 20 pp.
- Argumedo-Delira, R., Alarcón, A., Ferrera-Cerrato, R., Peña-Cabriales, J. (2009). El género fúngico *Trichoderma* y su relación con los contaminantes orgánicos e inorgánicos. Revista internacional de contaminación ambiental, 25(4), 257-269. Recuperado de: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0188-49992009000400006&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992009000400006&lng=es&tlng=es).
- Altieri, M., Nicholls, C. (2000). Agroecología. Teoría y práctica para una agricultura sustentable. 1a edición. Recuperado de: <http://www.agro.unc.edu.ar/~biblio/AGR/OECOLOGIA2%5B1%5D.pdf>
- Castañeda, C., Mercad, Y., Téllez, A., Mendoza, A., Anducho, M. (2017). Efectos benéficos de *Trichoderma* y su regulación de la expresión génica de celulasas y hemicelulasas. Ciencias Biológicas y de la Salud. Proceedings - ©ECORFAN, México, Pachuca. 36-55.
- Castro, M., Pesántez, P., Lemaa, J., Quevedoc, P., Arichabalad, P., Alvarado, Y. (2015). Potential use of *Trichoderma*-based bioproduct for black leaf streak disease (*Mycosphaerella fijiensis*) management in the field. Biocontrol Science and Technology 25(4): 481-486.
- Garrido, M., Vilela, N. (2019). Capacidad antagónica de *Trichoderma harzianum* frente a *Rhizoctonia*, *Nakatea sigmoidea* y *Sclerotium rolfsii* y su efecto en cepas nativas de *Trichoderma* aisladas de cultivos de arroz. Scientia Agropecuaria 10(2): 199 – 206.
- Guédez, C., Cañizalez, L., Castillo, C., Olivar, R. (2012) Evaluación in vitro de aislamientos de *Trichoderma harzianum* para el control de *Rhizoctonia solani*, *Sclerotium rolfsii* y *Fusarium oxysporum* en plantas de tomate. Rev. Soc. Ven.

- Microbiol. 32(1): 44-49. Recuperado de: [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1315-25562012000100009&lng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-25562012000100009&lng=es).
- Harman G, Howell C, Viterbo A, Chet I, and Lorito M. 2004. *Trichoderma* species - opportunistic, avirulent plant symbionts. *Nat. Rev. Microbiol.* 2:43-56. Recuperado de: [www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15035008](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15035008). <http://dx.doi.org/10.1038/nrmicro797> [ [Links](#) ]
- Lorito, M., Woo, S., Harman, G., Monte, E. (2010). Translational research on *Trichoderma*: from omics to the field. *Annual Review of Phytopathology* 48: 395-417. <http://doi.org/10.1146/annurev-phyto-073009-114314>.
- Martínez, B., Reyes, Y., Infante, D., González, E., Baños, H., Cruz, A. (2008). Selección de aislamientos de *Trichoderma* spp. candidatos a biofungicidas para el control de *Rhizoctonia* sp. en arroz. *Rev. Protección Veg.* 23(2):118-125.
- Pérez-Torres, E.; Bernal-Cabrera, A.; Milanés-Virelles, P.; Sierra-Reyes, Y.; Leiva-Mora, M.; Marín-Guerra, S.; Monteagudo-Hernández, O. (2018). Eficiencia de *Trichoderma harzianum* (cepa a-34) y sus filtrados en el control de tres enfermedades fúngicas foliares en arroz. *Bioagro* 30(1): 17-26.
- Petit A., Colina L., Yegres E., Moran G., Richard-Yegres, N. (2013). Biodegradación de hidrocarburos policíclicos aromáticos (HPA) por hongos aislados de aguas contaminadas con petróleo, podredumbre blanca, y acíbar de Aloe vera. *Química Viva*, 12(3), 288-304.
- Rodríguez, I., Flores, J. (2018). Capacidad antagonica in vitro de *Trichoderma* spp. frente a *Rhizoctonia solani* Kuhn y *Fusarium verticillioides* Nirenberg. *Bioagro* 30(1): 49-58. Recuperado de: [http://www.ucla.edu/ve/bioagro/Rev30\(1\)/5.%20ms%201723.pdf](http://www.ucla.edu/ve/bioagro/Rev30(1)/5.%20ms%201723.pdf)
- Samuels, G., Chaverri, P., Farr, D., McCray, E. (2007). *Trichoderma*. *Systematic Mycology and Microbiology Laboratory*. ARS, USDA. Consultado 02 sep. 2009. Recuperado de: <http://nt.ars-grin.gov/taxadescriptions/keys/TrichodermaIndex.cfm>
- Sinuco, D., Pérez, A., Moreno, N. (2017). Evaluación de la actividad fungicida e identificación de compuestos orgánicos volátiles liberados por *Trichoderma viride*. *Rev. Colomb. Biote.* 19(1): 63-70.