

Vol. 8 N° 1 • enero - junio 2018



COMPARACIÓN DE LA VELOCIDAD DE CRECIMIENTO DE INÓCULOS COMERCIALES Y CEPAS NATIVAS DE *Trichoderma* COMO ALTERNATIVAS DE CONTROL DE HONGOS DE SUELOS

(Comparison of the growth rate of commercial inocula and native strains of *Trichoderma* as soil fungal control alternatives)

¹Lucia González, ¹Katiuska Acosta, ²Juan Escalera, ³Katheryn Atencio, ⁴Geomar Molina, ⁴Iris Jiménez
Universidad del Zulia. Facultad de Agronomía. Laboratorio de Microbiología Agrícola. ²Universidad Técnica de
Machala-Ecuador. ³Facultad de Ingeniería. Universidad Rafael Beloso Chacín. Grupo ⁴BIEMARC. Universidad de
la Guajira-Colombia.
ggluciadelvalle@gmail.com, Kacosta@fa.luz.edu.ve

RESUMEN

El uso de *Trichoderma* como agente biocontrolador de patógenos de las plantas es una de las herramientas más prometedoras en la agricultura sustentable y amigable con el ambiente. Con la finalidad de comparación de la velocidad de crecimiento de inóculos comerciales de *Trichoderma* y cepas nativas como alternativas de control de hongos de suelos. Se estableció un ensayo en el Laboratorio de Microbiología Agrícola de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia. Se aislaron los hongos fitopatógenos y cepas de *Trichoderma* nativas presentes en muestras de suelo a través de la técnica de dilución en placa y cultivo trampa en granos de arroz. La actividad antagónica fue evaluada por la técnica del disco, determinándose crecimiento el crecimiento libre y dual de los antagonistas, grado de antagonismo y el porcentaje de inhibición del crecimiento radial del hongo patógeno (PICR). El hongo *Trichoderma* aislado ejerció un biocontrol efectivo sobre los hongos *Aspergillus* y *Penicillium* aislados de la rizosfera del cultivo parchita mostrando una actividad antagónica con grado de inhibición 2, colonizar la 2/3 parte de la superficie del área del medio y valores de PIRC de 77-78% en comparación con la cepa comercial cuyo valores PICR oscilaron entre 30-50,8% y di-

ferencias significativas de 55% en relación al crecimiento individual de los hongos. La utilización de cepas nativas de *Trichoderma* se vislumbra con un alto potencial biocontrolador en el cultivo de la parchita en condiciones in vitro, sin embargo es necesario su correcta incorporación en condiciones de campo en sistemas de producción y condiciones agroecológicas.

Palabras clave: Antagonismo, *Trichoderma*, parchita, *Passifloraedulis*.

ABSTRACT

The use of *Trichoderma* as a biocontroller agent for plant pathogens is one of the most promising tools in sustainable and environmentally friendly agriculture. With the purpose of evaluating the in vitro biocontrol effect of native and commercial *Trichoderma* on phytopathogenic fungi of soil of plantations of the parchita crop. An essay was established in the Laboratory of Agricultural Microbiology of the Faculty of Agronomy of the University of Zulia. The phytopathogenic fungi and native *Trichoderma* strains present in soil samples were isolated through the technique of plate dilution and trap culture in rice grains. The antagonistic activity was evaluated by the disc technique, determining the growth of the free and dual growth of the antagonists, the degree

of antagonism and the percentage of inhibition of the radial growth of the pathogenic fungus (PICR). The isolated *Trichoderma* fungus exerted an effective biocontrol on the *Aspergillus* and *Penicillium* fungi isolated from the rhizosphere of the parchita crop showing an antagonistic activity with degree of inhibition 2, colonizing 2/3 of the surface area of the medium and PIRC values of 77 -78% compared to the commercial strain whose PICR values ranged between 30-50.8% and significant differences of 55% in relation to the individual growth of the fungi. The use of native strains of *Trichoderma* is seen with a high potential biocontrolador in the cultivation of the parchita in conditions in vitro, nevertheless it is necessary its correct incorporation in field conditions in production systems and agro-ecological conditions.

Keywords: Anatozism, *Trichoderma*, parchita, *Passifloraedulis*

INTRODUCCIÓN

El uso extensivo de plaguicidas en la agricultura ha sido identificada como un peligro a largo plazo para el ambiente y gran impacto en la salud, principalmente, por las malas prácticas en el manejo de los plaguicidas y a la toxicidad de estos productos durante y después de su uso, las autoridades de los países en desarrollo han adoptado decisiones prácticas destinadas a mitigar el riesgo de los plaguicidas (Del Puerto *et al.*, 2014; García *et al.*, 2006), por lo que, dicha situación ha promovido la búsqueda de alternativas viables que garantizan una mayor sostenibilidad en la producción agrícola, minimizando el impacto sobre el ambiente y disminuyan los costos de producción (Pérez *et al.*, 2010; Parizi *et al.*, 2012; Christopher *et al.*, 2010; Sena, 2014; Mehta *et al.*, 2014; García *et al.*, 2010).

Así frente a esta situación, la biotecnológica agrícola propone alternativas viables con el empleo de microorganismos antagónicos, dentro de estos, la utilización de *Trichoderma* como agente biocontrolador de patógenos de las plantas. Cabe destacar, que se ha señalado a *Trichoderma* como un iniciador del sinérgimo beneficioso compitiendo por el espacio y los nutrientes, e inhibiendo y / o parasitando a los patógenos liberando antibióticos fungitóxicos, en combinación con la degradación de la pared celular por la secreción de extracelulares (Vinale *et al.*, 2008; Muñoz y Jacinto 2017; Qualhato *et al.*, 2013), inducción de mecanismos de resistencia de las plantas (Zachow *et al.*, 2015) y

actividad biostimulante, el desarrollo de raíces y el crecimiento de las plantas (Guigón, 2010; Briones *et al.*, 2014). Aunado a su ubicuidad, a su facilidad para ser aisladas y cultivadas, crecimiento rápido en un gran número de sustratos (Bae *et al.*, 2017; Pelagio *et al.*, 2017). Es por ello, que proponemos el uso de *Trichoderma* sp. como alternativa en el control biológico de enfermedades producidas por hongos fitopatógenos en los cultivos de parchita (*Passifloraedulis*) en la región sucrense del Estado Zulia.

MATERIALES Y METODOS

1. Descripción de la zona de Muestreo

Se recolectaron muestras de la rizosfera del cultivo de parchita (*Passifloraedulis*) en las granjas ubicadas en el sector La Rosario, de la Parroquia Gibraltar del Municipio Sucre, parte de la sub región sur del lago de Maracaibo del estado Zulia. Ubicado en las coordenadas 10°03' 31" N 72°33'10" / 10.0586459, /72.552707, con una altura de 3msnm.

2. Aislamiento de hongos del suelo mediante la técnica de diluciones seriadas y platos de suelos

Se seleccionó el 10% de las granjas productivas donde se cultivan la misma variedad de parchita, las cuales realizan la siembra bajo similares condiciones de manejo agronómico. De cada unidad de producción se recolectó 10 kg de muestra de suelo de la zona de la rizófera a profundidad de 15 cm. Estas fueron trasladadas al laboratorio de Microbiología Agrícola de la Unidad Técnica Fitosanitaria de la Facultad de Agronomía de la universidad del Zulia, donde se unificaron y se tomó un Kg como muestra representativa de la zona para la realización de los bioensayos.

Por medio de las técnicas de platos de suelo y diluciones seriadas, se analizó la micobiota presente a las 60 horas de incubación en agar papa dextrosa (PDA). A partir de 10 gramos de suelo en 95 ml de agua destilada esterilizada, se prepararon las diluciones respectivas, cuyo número dependió del grado de aparición de los hongos, transfiriendo un ml de cada una a placas de Petri con agar papa dextrosa (PDA), añadiendo tres gotas de ácido láctico al 25% al momento en el que se aplique el medio de cultivo (PDA), para la inoculación de los hongos se tomó una alícuota de 0,5 mL dispersan-

do uniformemente el inóculo sobre la superficie de una caja Petri con su respectivo medio de cultivo (PDA). Posteriormente se procedió a la purificación de los hongos desarrollados diferenciándolos con base a sus características macroscópicas, microscópicas, estructuras somáticas, estructuras de reproducción y de resistencia realizándose la identificación a nivel de género a través de uso de claves para hongos imperfectos de Barnett y Hunter (Casimiro *et al.*, 2009).

3. Aislamiento de cepas nativas de *Trichoderma* spp. Técnica del cultivo trampa

Se procedió a preparar sacos de gasa contenido de 10 gr de arroz, los cuales fueron esterilizado en el autoclave por un periodo de 20 min. Una vez enfriados, fueron colocados en envases de vidrio esterilizado a calor seco en estufas a 180°C. colocándose 150 gramos de la muestra de suelo, humedeciendo con agua destilada estéril. Posteriormente, se colocaron en el centro de la muestra los sacos de arroz esterilizados como trampa para captar las cepas de *Trichoderma* presentes en esas muestras de suelo. Los frascos fueron sellados y se incubaron por un periodo de cinco días, a una temperatura de 37°C, permitiendo que el micelio del hongo antagonista se adhiriera a los granos de arroz.

Transcurrido el periodo de incubación, se extrajeron las gasas limpiando cuidadosamente los restos de suelo de la muestra, luego se extrajeron los granos de arroz contaminados los cuales fueron sembrados en una placa de Petri con medio de cultivo PDA, dejándose incubar por un periodo de tres días en condiciones de laboratorio, pudiéndose apreciar macroscópicamente las colonias de *Trichoderma*. Para su identificación se utilizó la técnica de la cinta adhesiva descrita anteriormente.

Las colonias de *Trichoderma* spp. se identificaron por la forma de crecimiento característico de colonias de color verdoso (Casimiro *et al.*, 2009); seguidamente, se purificaron y observo al microscopio compuesto las características del género, como es el desarrollo de un conidióforo hialino, muy ramificado, no verticilado, con fiálides individuales o en grupos, fialeconidios hialinos unicelulares, ovoides formados en pequeños racimos terminales, y las cepas axénicas se mantendrán a temperatura ambiente en tubos inclinados con PDA y se etiquetaron para su conservación, hasta su posterior uso (Guigón *et al.*, 2010; Harman *et al.*, 2004).

4. Activación de las cepas comerciales del hongo antagonista *Trichoderma* sp.

De igual manera, se evaluó un inóculo comercial de *Trichoderma* en la presentación de polvo moja-ble en bolsa metalizada de 150 gr marca TRICODERMUS de 95% de pureza. Se tomaron 10 gr del producto y se diluyeron en 200 ml de agua destilada estéril colocada un Erlenmeyer, se introdujeron discos de papel de filtro de 5 mm de diámetro, y la solución fue agitada por un periodo de 5 minutos con la finalidad de que los esporas del hongo se adhirieran a los discos del papel de filtro. A continuación, los discos fueron extraídos y colocados en el centro de una placa de Petri con medio de cultivo PDA dejándose incubar por un periodo de 7 días a una temperatura de 37° C para su evaluar posteriormente las características de crecimiento.

El análisis estadístico de los datos, fue bajo un diseño experimental completamente aleatorizado conformado por tres tratamientos, con 10 repeticiones y la unidad experimental estuvo representada por una cápsula de Petri con el respectivo inóculo. Los análisis de varianza, se realizaron utilizando el procedimiento GLM del programa estadístico SAS® (Statistical Analysis System), versión 9.1.3 (SAS, 2014) y Microsoft Office Excel año 2010.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Una vez realizado los aislamientos de la microbiota presente en la unidades de producción del cultivo del cultivo *Passifloraflavicarpa* del sector La Rosario de la parroquia Gibraltar del municipio Sucre, los grupos funcionales de hongos aislados e identificados a nivel de géneros según las observaciones realizadas de las características culturales macroscópicas y estudio de las estructuras morfológicas microscópicas según lo reportado en claves de Barnett y Barry (1998) y Castañeda (2004). De acuerdo con las características descritas por las claves especializadas, se identificaron 7 géneros correspondientes las clases Deuteromycotina, Zygomycetes, Ascomycota y los órdenes Moliniales, Mucorales y Eurotiomycetes representados por los géneros: *Aspergillus*, *Penicillium*, *Verticillium*, *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Rhizopus*, *Heterocephalomyces*, *Paecilomyces*.

Se observó predominancia de los géneros *Aspergillus* y *Penicillium* en las muestras analizadas, los cuales son considerados por muchos investigadores como hongos muy cosmopolitas y altamente

esporulantes en ambientes edáficos, saprofitos facultativos lo que le brinda una rápida capacidad de dispersión y ubicuidad, relacionándose con benéficos en la solubilización de fosfatos presentes en el suelo (Pérez *et al.*, 2012), sin embargo estos no son considerados patógenos en el cultivo de la parchita, sino que están relacionados especialmente con daños postcoecha en frutas (Martínez, 2001). Estos resultados coinciden con investigaciones de la diversidad de microbiota presente en suelos cultivados con parchita en los Valle de Cauca, Colombia donde se señalaron la presencia de especies como *A. nidulans*, *A. niger*, *Penicillium citrinum*, *Verticillium*, *Cladoporium*, *Rhizopusoryzae*, *Mortierella*, *Fusarium*, *Cephalosporium*, *Curvularia* y *Curvularialunatus* (Granobles y Torres, 2013)

Aislamiento de *Trichoderma*

En los aislamientos realizados mediante la técnica de dilución seriada directamente del suelo, no se apreció el desarrollo de colonias típicas de *Tri-*

choderma, debido a que pudo estar enmascarado por el crecimiento de los géneros *Aspergillus* y *Penicillium* que se encontraban en mayor nivel poblacional, lo que dificultó la obtención de este grupo de hongo. Sin embargo, a través de la técnica de cultivo trampas con sustrato a base de arroz para muestrear el crecimiento macroscópico del *Trichoderma* se pudo observar el desarrollo de *Trichoderma* aislado de la rizosfera, las cuales iniciaron el desarrollo a los 5 días de aislados. Se observó el crecimiento de colonias aterciopeladas de color blanco verdoso, característico de este género de hongo.

Estos crecimientos posteriormente se tornaban verde oliva con el tiempo, característica macroscópica descrita como típica de este género de hongo. En este sentido, se ha señalado que en las muestras de raíces, existe la mayor posibilidad de éxito de aislamiento del género *Trichoderma*, con diferencias en relación a los aislamientos realizados directamente de suelo (Moya *et al.* 2014) (Figura 1).

Figura 1. Desarrollo de las colonias de crecimiento de *Trichoderma*. A. Desarrollo inicial en los gránulos de arroz de micelio blancuzco que posteriormente fue tornándose en una masa algodonosa de color verde oliva. B. Desarrollo de estructuras algodonosas de pigmentación verde oliva aisladas mediante la técnica del cultivo trampa



Comparación de la tasa de crecimiento de los inóculos de *Trichoderma* comercial y nativo aislado de suelos cultivados con *Passiflora edulis*

Los análisis de varianza mostraron diferencias significativas en relación con la tasa de crecimiento *in vitro* de las cepas de *Trichoderma* evaluados. Se puede apreciar en la figura 2 que los mayores valores para la tasa de crecimiento correspondieron a la cepa de *Trichoderma* nativo. Esta se ubicó entre 4,1 a 4,5 cm, mostrando una diferencia de 60% al compararse el comportamiento del crecimiento en PDA de la cepa del *Trichoderma* comercial cuyo diámetro de crecimiento osciló entre 2 a 3 cm.

Como se observa en la figura 3, la cepa de *Trichoderma* comercial mostro un crecimiento más lento y con desarrollo escaso de micelio aéreo, aunado a la pigmentación de mismo, no se correspondía al color verde típico característico de este género, apreciándose más tenue y de baja capacidad de esporulación. A diferencia de la cepa nativa que mostro un color verde intenso, tornándose con el tiempo algodonoso y se observa la esporulación en la zona periférica de la colonia en pústulas con idiógenas de color blanco, que luego se tornan verde grisáceo, característica similares a las señaladas por Campos (2014), evaluando la inoculación de sustratos con *Trichoderma* spp. sobre el crecimiento y producción de plantas de chile dulce (*Capsicu-*

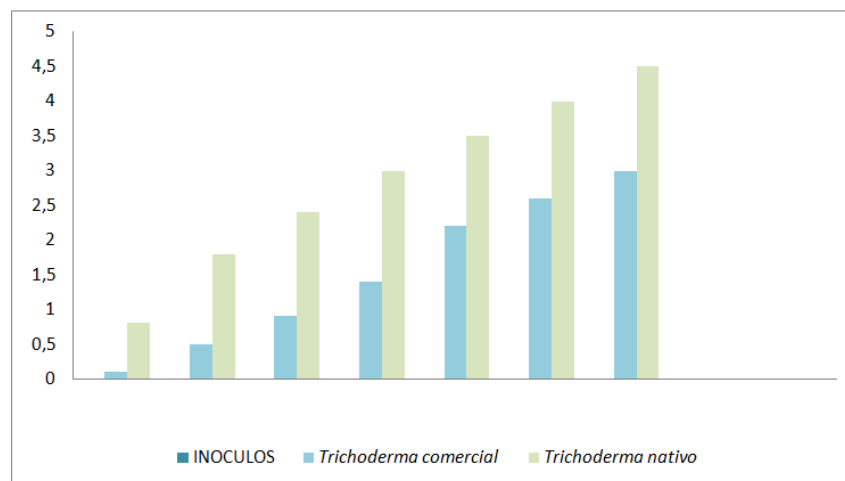
mannum) bajo ambiente protegido.

En relación a estos resultados, se ha señalado que la cepa nativa TCN-014 tiene mayor efectividad que la cepa comercial TCC-005 de *Trichoderma harzianum*, sobre la germinación y el crecimiento temprano del cultivo parchita (Hinojosa *et al.*, 2009). De igual manera Meza *et al.*, (2008), al comparar tres cepas de *Trichoderma* comerciales (TCC-001, TCC-005, TCC-006) contra tres aislamientos nativos de *T. harzianum* (TCN-009, TCN-010, TCN-014) TCC-001 y TCN-014, reportan que los aislamientos nativos de suelos con establecimiento del cultivo parchita, resultaron ser más competentes por nutrientes y espacio, con el mayor radio de crecimiento de 7,50 y 7,32 cm durante 10 días de ensayo.

El empleo de microorganismos antagónicos competitivos para la protección de cultivos de patógenos fúngicos del suelo es una realidad; en particular, especies del género *Trichoderma* que han acaparado la atención como agentes de biocontrol. Sin embargo, se ha observado que en ocasiones los propágulos de hongos en los suelos pueden estar en bajo número o éstos no ser eficientes para ejercer su función como agente biocontroladores de patógenos de las plantas (Widmer, 2006).

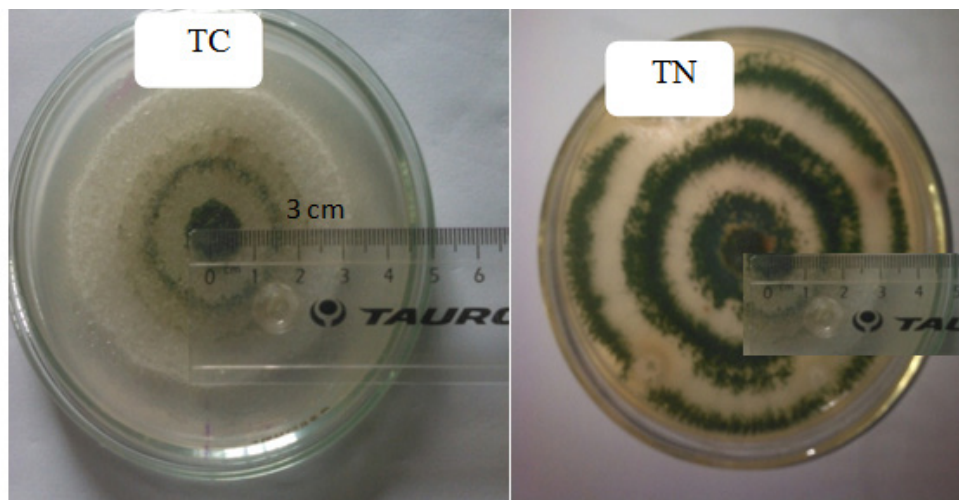
Medias con las mismas letras no son diferentes significativamente ($P < 0,05$)

Figura 2. Comparación de la tasa de crecimiento de los inóculos de *Trichoderma* comercial y nativo aislado de suelos cultivados con parchita (*Passiflora edulis*) durante 7 días de incubación en agar PDA.



Fuente; elaboración propia, González *et al.*, (2018).

Figura 3. Comparación de la velocidad de crecimiento de inóculos comerciales de *Trichoderma* y cepas nativas asiladas de la rizosfera del cultivo Parchita. A: crecimiento radial de cepa de *Trichoderma* a los siete días de incubación. A: Trichodermacomercial (3 cm). B: Trichodermanativo (5,3 cm).



Fuente; elaboración propia, González et al., (2018).

Se ha señalado que dentro de las estrategias de control, sería recurrir a la inoculación de cepas de *Trichoderma* que permitan garantizar la presencia de antagonistas naturales. Sin embargo si la inoculación se realiza con cepas no nativas, debe considerarse que los suelos difieren en su receptividad a los microorganismos introducidos (Jaklitsch et al., 2015) al igual que muchos inoculantes pierden su viabilidad, estabilidad funcional y eficacia, considerándose como elementos cruciales que limita el uso de inoculantes microbianos en campo (Rey et al., 2000; Reyes et al., 2008). Por lo que, es más recomendable utilizar cepas nativas ya que el comportamiento de estas resultaría más eficientes y competitivas ya que estarían adaptadas a las condiciones edafoclimáticas de la zona donde están establecidos los cultivos podría ser una alternativa promisoría para disminuir el efecto dañino de los fitopatógenos disminuyendo el uso de agente químicos (Guigón y González, 2004; Lagrouh et al., 2017).

Los análisis de varianza realizados mostraron diferencia significativa para la variable velocidad de crecimiento y porcentaje de inhibición de crecimiento radial de los hongos aislados del suelo cultivado con el cultivo parchita en relación al tipo de cepa de *Trichoderma*

Trichoderma vs *Penicillium*

En la Figura 4, se observa diferencias entre los crecimientos duales con respecto a *Penicillium*. Este mostro valores medio de velocidad de crecimiento de

1,9 cm al enfrentarse con la cepa de *Trichoderma* nativa, condición que se vio incrementada a crecer de manera dual con la cepa comercial, donde alcanzó valores de 2,24 cm, significando una diferencia significativa de 55% en relación al crecimiento individual donde desarrollo valores medio de 5,5 cm. Se aprecia según la escala de medición de la actividad antagónica de *Trichoderma*, donde el hongo antagonista es capaz de colonizar la 2/3 parte de la superficie del área del medio en la placa de Petri con los enfrentamientos, permitiendo ubicar este biocontrol dentro del grado 2 (Figura 5).

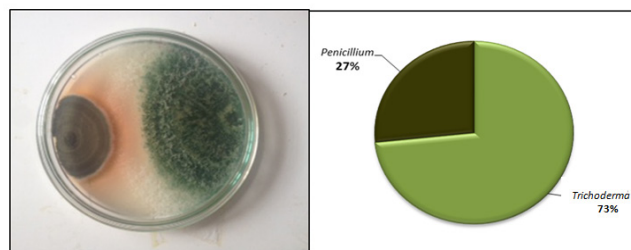


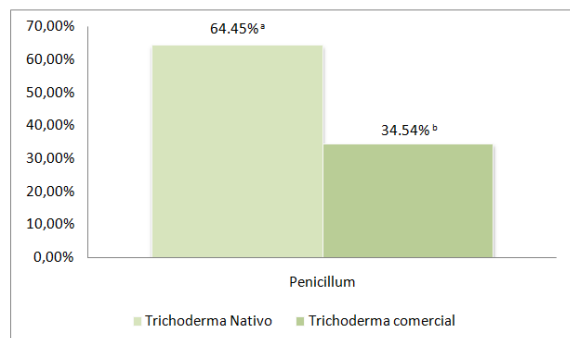
Figura 4. Grado de actividad antagónica *in vitro* de cepas de *Trichoderma* comercial y nativa contra *Penicillium* aislado de la rizosfera del cultivo de la parchita (*Passifloraedulis*)

Fuente: Elaboración propia, González et al., (2018)

En el análisis de varianza para la variable PICR

para *Trichoderma* vs *Penicillium*, se apreció inhibición del crecimiento, donde los mayores valores fueron alcanzado por las cepas de *Trichoderma* nativa, las cuales en la pruebas de enfrentamientos lograron inhibir 65,45% PICR, mientras que la cepa de *Trichoderma* comercial mostro una inhibición del 34,54%. (Figura 5).

Figura 5. Porcentaje de inhibición del crecimiento radial de *Trichoderma* vs *Penicillium*



Fuente: Elaboración propia, González *et al.*, (2018).

Medias con las mismas letras no son diferentes significativamente ($P < 0,05$)

El *penicillium* es un género fúngico está ampliamente presente en diversos sustratos, como el suelo y los alimentos, y en diversos procesos desde la patogenicidad necrotrófica hasta el mutualismo endofítico. Aunado a su porcentaje de aparición significativo en las muestras de suelos analizadas, resalto la producción de metabolitos secundarios características de este género, señalándose los antibióticos, las equinocandinas antifúngicas y las estatinas dentro de estos, los cuales se apreciaban con zonas de confortamiento con una pigmentación rojiza, que contrarrestaba el efecto antagonico de *Trichoderma* apreciado en la figura 5.

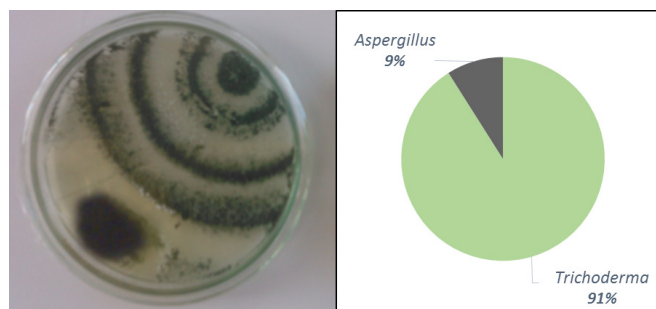
Trichoderma vs *Aspergillus*

En la Figura 6 se observa diferencias entre los crecimientos duales *Trichoderma* con respecto a *Aspergillus*, en la misma se muestran los valores medio de velocidad de crecimiento de 1,4 cm al enfrentarse con la cepa de *Trichoderma* nativa, condición que se vio incrementada a crecer de manera dual con la cepa comercial, donde alcanzó valores de 3,0 cm, significando una diferencia significativa de 78% en relación al crecimiento individual de este género donde desarrollo valores medio de 6,1 cm.

Se observa el mismo comportamiento que *Penicillium*, según la escala de medición de la actividad antagonica de *Trichoderma*, donde el hongo antagonista es capaz de colonizar la 2/3 parte de la superficie del área del medio en la placa de Petri con los enfrentamientos, permitiendo ubicar este biocontrol dentro del grado 2.

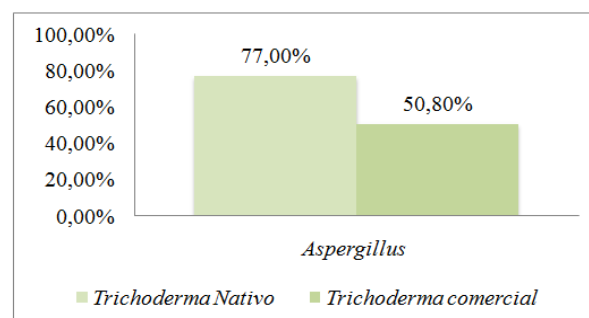
El análisis de varianza para la variable PICR para *Aspergillus* vs *Trichoderma*, mostro diferencias, apreciándose inhibición del crecimiento, donde los mayores valores fueron alcanzado al enfrentarse con las cepas de *Trichoderma* nativa, las cuales valores de PICR de 77%, mientras que la cepa de *Trichoderma* comercial mostro una inhibición del 50,8% (Figura 6 y 7).

Figura 6. Grado de actividad antagonica in vitro de cepas de *Trichoderma* comercial y nativo contra *Aspergillus* aislado de la rizosfera del cultivo de la parchita (*Passifloraedulis*).



Fuente: Elaboración propia, González *et al.*, (2018).

Figura 7. Porcentaje de inhibición del crecimiento radial de *Trichoderma* vs *Aspergillus*.



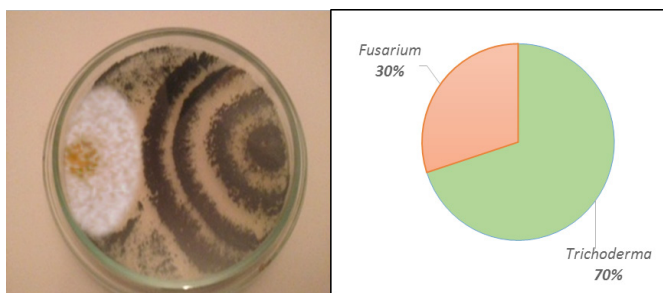
Fuente: Elaboración propia, González *et al.*, (2018).

Medias con las mismas letras no son diferentes significativamente ($P < 0,05$)

Trichoderma vs *Fusarium*

En la figura 8 se puede observar diferencias entre los crecimientos duales *Trichoderma* con respecto a *Fusarium*, en la misma se muestran los valores medio de velocidad de crecimiento de 1,4 cm al enfrentarse con la cepa de *Trichoderma* nativa, condición que se vio incrementada a crecer de manera dual con la cepa comercial, donde alcanzó valores de 3,5 cm, significando una diferencia significativa de 78% en relación al crecimiento individual de este género donde desarrollo valores medio de 5,9 cm. Mostrando *Trichoderma* un grado 2 dentro de la actividad antagónica ejercida en confortamiento con este patógeno.

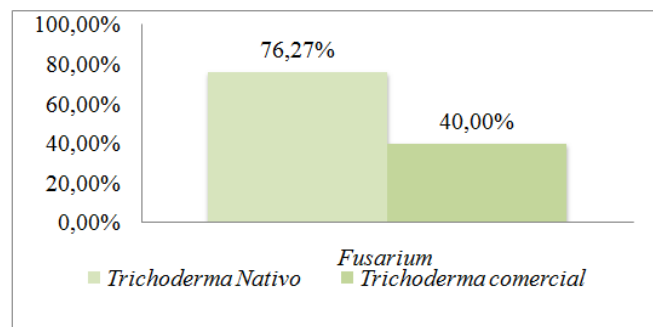
Figura 8. Grado de actividad antagónica in vitro de cepas de *Trichoderma* comercial y nativo contra *Fusarium* aislado del rizoplano del cultivo de la parchita (*Passiflora Flavicarpa*)



Fuente: Elaboración propia, González et al., (2018).

Es importante resaltar, la presencia del género *Fusarium* el cual ha sido señalado en el cultivo de parchita como incidente frecuente, reportándose as especies *F. solani* (telemorfo *Nectria haematococca*) y *F. oxysporum* causantes de marchitamiento y pudriciones del cuello y raíces (González et al., 2005; Guedez et al., 2012). En relación a este género es necesario señalar que los aislamientos realizados a partir de muestras de suelo (rizosfera) no resultaron efectivos, a pesar de indicarse por los productores de la zona presencia de sintomatología en el cultivo asociado a marchitez por *Fusarium*. Por lo que, fue necesario seleccionar muestras a nivel del rizoplano, facilitando la obtención de colonias a través de cámaras húmeda.

Figura 9. Porcentaje de inhibición del crecimiento radial de *Trichoderma* vs *Fusarium* sp.



Fuente: Elaboración propia, González et al., (2018).

De igual forma, el análisis de varianza para la variable PICR para *Trichoderma* vs *Fusarium*, evidencio diferencias, apreciándose inhibición del crecimiento, donde los mayores valores fueron alcanzados al enfrentarse con las cepas de *Trichoderma* nativa, las cuales valores de PICR de 76,27%, mientras que la cepa de *Trichoderma* comercial mostró una inhibición del 40,0% (Figura 9).

CONCLUSIÓN

Bajo las condiciones de estudio la cepa de *Trichoderma* nativo aislado de la rizosfera del cultivo parchita *Passiflora flavicarpa* los mayores valores para la tasa de crecimiento libre al igual que los mejores porcentaje de inhibición de crecimiento PICR, reduciendo altamente el crecimiento de micelios de los hongos patógenos. Esta mayor eficiencia para controlar pudieran ser considerados como microorganismo antagónico para el control de fitopatógenos del cultivo parchita, infiriendo una manera de suprimir el desarrollo de este grupo de hongos, como alternativa biotecnológica agrícola viables que garantizan una mayor sostenibilidad en la producción agrícola, minimizando el impacto sobre el ambiente y disminuyan los costos de producción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bae S., Mohanta T., Chung J., Ryu M., Park G., Shim S., Hong S., Seo H., Bae D., Bae I., Kim J., Bae H. (2015). *Trichoderma* metabolites as Biological Control Agents against Phytophthora Pathogens, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocontrol.10.005>
- Bae, H., Roberts, D., Lim. H., Strem, Park,

- Soo., Choong, R., Melnick, R., y Bailey, B. (2011). Endophytic *Trichoderma* Isolates from Tropical Environments Delay Disease Onset and Induce Resistance Against *Phytophthora capsici* in Hot Pepper Using Multiple Mechanisms, Volume 24, Number 3 Pages 336-351 <https://doi.org/10.1094/MPMI-09-10-0221>
- Briones H. Guillermo F. (2014). Efecto de *Trichoderma asperellum* sobre la incidencia y severidad de *Rhizoctonia solani* y *Gaeumannomyces graminis* en la zona de Daule. Facultad de Ciencias Agrarias Universidad de Guayaquil. Tesis de Grado. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/8162>
- Christopher, D.J., Raj, T.S., Rani, S.U., Udhayakumar, R., (2010). Role of defense enzymes activity in tomato as induced by *Trichoderma virens* against *Fusarium* wilt caused by *Fusarium oxysporum* sp. lycopersici. J. Biopest. 3, 158–162.
- Casimiro, A., Michel, M., Otero, L., Solano, P. (2009) Biocontrol in vitro con *Trichoderma* spp. de *Fusarium subglutinans* (Wollenweb. y Reinking) Nelson, Toussoun y Marasas y *F. oxysporum* Schlecht., Agentes Causales de la "Escoba de Bruja" del Mango (*Mangifera indica* L.) Volumen 27, Número 1
- Del Puerto R. Asela M; Suarez T., Palacio E., Daniel E. (2014), Efectos de los plaguicidas sobre el ambiente y la salud. Rev Cubana Hig Epidemiol [online]. vol.52, n.3.
- García R, Ricia R, Zambrano C, Gutiérrez L. (2006) Desarrollo de un fungicida biológico con base a una capa del hongo *Trichoderma harzianum* proveniente de la región Andina Venezolana. En memorias del taller Latinoamericano. Biocontrol con *Trichoderma* y otros antagonistas. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. Ciudad de La Habana del 28-31.
- García, R., Urbina, F., González, F., Gutiérrez, Mora, R., Zerpa J., Infante, B. (2010). Estrategias de producción e incorporación de *Trichoderma harzianum*, cepa T12-andina, para el manejo de enfermedades fúngicas de cultivos agrícolas en comunidades del estado de Mérida, Venezuela. AGRIS: International Information System for the Agricultural Science and Technology
- 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. vol.32 no.1
- Guigón, César., Guerrero, V., Vargas, F., Carvajal, E., Ávila, G., Bravo L., Ruocco, M., Lanzuise, S., Woo, S. y Lorito, M. (2010). Identificación Molecular de Cepas Nativas de *Trichoderma* spp. su Tasa de Crecimiento in vitro y Antagonismo contra Hongos Fitopatógenos. Rev. mex. fitopatol vol.28.
- González S., J. C., Maruri G., J. M. y González A. (2005). Evaluación de diferentes concentraciones de *Trichoderma* contra *Fusarium oxysporum* agente causal de la pudrición de plántulas de papaya (*Carica papaya* L.) en Tuxpan, Veracruz, México. Revista UDO Agrícola 5 (1): 45-47.
- Harman, G., Björkman T., Ondik K., Shoshani M. (2004). Changing Paradigms on The Mode of Action And Uses of *Trichoderma* Spp. For Biocontrol. Department of Horticultural Sciences, Cornell University, Geneva, USA.
- Jaklitsch, W.M., Voglmayr, H. (2015). Biodiversity of *Trichoderma* (Hypocreaceae) in Southern Europe and Macaronesia. Studies Mycol. 80, 1–87.
- Lagrouh., F. N. Dakka, Y. Bakri The. (2017). Antifungal activity of Moroccan plants and the mechanism of action of secondary metabolites from plants. Journal De Mycologie Médicale. <http://dx.doi.org/10.1016/j.mycmed.2017.04.008>
- Mehta, C.M. (2014). Compost: Its role, mechanism and impact on reducing soil-borne plant diseases. Waste Management <http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2013.11.012>
- Muñoz, T y Jacinto D. (2017). Evaluación de *Trichoderma harzianum* para el control de la pudrición blanca en el cultivo de *Allium cepa*. (cebolla de bulbo)". Universidad Técnica de Ambato. Ecuador. Tesis de Grado. Repositorio Digital. UTA. <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/24791>
- Pelagio, R., Esparza, S., Garnica, A., López, J., y Herrera, A., (2017). *Trichoderma*-Induced Acidification Is an Early Trigger for Changes in Arabidopsis Root Growth and Determines Fungal Phytostimulation. Front Plant Sci.; Vol

8: Pg 822.

- Pérez N, Infante C, Rosquete C, Ramos A, González C. (2010). Disminuyendo la relevancia de los plaguicidas. Alternativas a su uso. Agroecología [Internet]; 5:79-87. Disponible en:http://www.digitum.um.es/xmlui/bitstream/10201/29773/1/Disminuyendo_la_relevancia_de_los_plaguicidas_Alternativas_a_su_uso.pdf
- Parizi, E., Elaminejad, A. (2012). Evaluation of the potential of *Trichoderma viride* in the control of fungal pathogens of Roselle (*Hibiscus sabdariffa L.*) in vitro. US National Library of Medicine National Institutes of Health
- Qualhato, T., Cardoso, F., Steindorff, A., Silva, R. (2013). Mycoparasitism studies of *Trichoderma* species against three phytopathogenic fungi: evaluation of antagonism and hydrolytic enzyme production. Volume 35, Issue 9, pg. 1461–1468.
- Rey, M., Delgado, J., Rincón, A., Limón, C. y Benítez, T. (2000) Mejora de cepas de *Trichoderma* para su empleo como biofungicidas, RevlberoamMicol vol.17: pg 31-S36
- Reyes, Y., Martínez, B. Infante, D. (2008). Evaluación de la Actividad Antagónica de Trece Aislamientos de *Trichoderma* Spp. Sobre *Rhizoctonia* Sp. Rev. Protección Veg. Vol. 23 No. 2 pg. 112-117
- SENA., (2014) Manual Técnico del cultivo de Maracuyá bajo Buenas Prácticas Agrícolas, Gobernación de Antioquia Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural
- Vallejo, M. 2014. Caracterización y clasificación de *Trichoderma* nativos aplicando diferentes medios de cultivo a nivel de laboratorio artesanal. Universidad Técnica de Ambato. Trabajo de grado académico de magister en agroecología y ambiente. 118p
- Vinale, F., Sivasithamparam, K., Ghisalberti, E. L., Marra, R., Woo, S. L., and Lorito, M. (2008). *Trichoderma*–plant–pathogen interactions. Soil Biol. Biochem. 40:1–10.
- Zachow C., Berg, C., Müller H., Mon. J., Berg G. (2015). Endemic plants harbour specific *Trichoderma* communities with an exceptional potential for biocontrol of phytopathogens. Journal of Biotechnology. 1-33pp