

## MANEJO DE LA MONILIASIS DEL CACAO (*Moniliophthora roreri*) CON LA APLICACIÓN DE DOS ESPECIES DE *Trichoderma*

### Management of cacao moniliasis (*Moniliophthora roreri*) with the application of two *Trichoderma* species

Freddy Antonio Cadena M<sup>1</sup>, Estanislao Poma Loza<sup>2</sup>

#### RESUMEN

La producción de cacao en Bolivia está siendo amenazada por el hongo *Moniliophthora roreri*. A pesar de los esfuerzos por tratar de combatirla, la producción reduce en un buen porcentaje. Como parte del manejo integrado se propuso encontrar un hongo antagonista, proponiéndose a *Trichoderma* sp., planteándose el objetivo de verificar la capacidad antagonista de *T. harziarum* y *T. viride*. La evaluación se realizó en dos fases, la primera *in vitro* se realizó en los laboratorios de Biotecnología de la Estación Experimental Sapecho y el laboratorio de Fitopatología en la ciudad de La Paz, dependientes de la Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés. La segunda fase *in vivo* se desarrolló en parcelas de cacao de la Estación Experimental Sapecho. Ambas fases se realizaron en nueve meses. En prueba dual *in vitro* se trabajó con un diseño DCA donde se verificó el mejor antagonista, el cual fue probado en una parcela de campo bajo un DBA con tratamientos de 200 y 300 g de *Trichoderma* y un testigo para identificar su comportamiento en condiciones de campo para el control de *M. roreri*. Habiéndose realizado la prueba dual, se ha verificado que el mejor antagonista es *T. harziarum* por tener un porcentaje de inhibición de crecimiento de micelio del (PICM) 58.60 %, asimismo en la escala de Bell lo clasifica en un nivel de 1, siendo elegido para la aplicación en campo. En la prueba de campo se aplicó *Trichoderma harziarum* cada 15 días, los tratamientos fueron Testigo (T1), aplicación de 300 g de *Trichoderma* fresca (T2), y 200 g de *Trichoderma* fresca (T3), bajo un DBA, la evaluación muestra que el tratamiento (T2) con 300 g fue el que logró mejores resultados para el control de la enfermedad, reduciendo la incidencia en 6 % con relación al testigo y la severidad en 10.87 % con relación al testigo. Realizando la comparación entre ambas metodologías la prueba de laboratorio con prueba dual controla al 100 % de *M. roreri*, en campo las condiciones meteorológicas hicieron que solamente pueda controlarlo parcialmente al agente causal de la enfermedad de la Moniliasis.

**Palabras clave:** antagonista, inhibición, incidencia, severidad.

#### ABSTRACT

Cacao production in Bolivia is being threatened by the fungus *Moniliophthora roreri*. Despite efforts to combat it, production is declining by a good percentage. As part of the integrated management, it was proposed to find an antagonistic fungus, proposing *Trichoderma* sp., with the objective of verifying the antagonistic capacity of *T. harziarum* and *T. viride*. The evaluation was carried out in two phases, the first *in vitro* phase was performed in the Biotechnology laboratories of the Sapecho Experimental Station and the Phytopathology laboratory in the city of La Paz, both belonging to the Faculty of Agronomy, Universidad Mayor de San Andrés. The second *in vivo* phase was developed in cacao plots at the Sapecho Experimental Station. Both phases were carried out in nine months. In the dual *in vitro* test, a DCA design was used to verify the best antagonist, which was tested in a field plot under a DBA with treatments of 200 and 300 g of *Trichoderma* and a control to identify its behavior in field conditions for the control of *M. roreri*. Having carried out the dual test, it has been verified that the best antagonist is *T. harziarum* for having a mycelium growth inhibition percentage of 58.60 % (PICM), also in the Bell scale it is classified in a level of 1, being chosen for the application in field. In the field test *Trichoderma harziarum* was applied every 15 days, the treatments were Control (T1), application of 300 g of fresh *Trichoderma* (T2), and 200 g of fresh *Trichoderma* (T3), under a DBA, the evaluation shows that the treatment (T2) with 300 g was the one that achieved better results for the control of the disease, reducing the incidence in 6 % in relation to the control and the severity in 10.87 % in relation to the control. Comparing both methodologies, the laboratory test with the dual test controls 100% of *M. roreri*, in the field the meteorological conditions only partially control the causal agent of the Moniliasis disease.

**Keywords:** antagonist, inhibition, incidence, severity.

<sup>1</sup> ✉ Docente Investigador, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4010-4889>. [facadena@umsa.bo](mailto:facadena@umsa.bo).

<sup>2</sup> Docente Investigador, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9363-8211>. [epoma@umsa.bo](mailto:epoma@umsa.bo).

## INTRODUCCIÓN

Bolivia cuenta con importantes poblaciones de cacao (*Teobroma cacao*) a lo largo de la cuenca amazónica, se establece que hasta el año 2007 se estimaba la existencia de 12 115 ha de cacao silvestre en Bolivia, 2 275 ha del cacao amazónico boliviano cultivado y 6 360 ha de cacao híbrido cultivado o convencional (Espinoza et al., 2014). De la misma manera, se puede decir que, la región productora en las provincias Caranavi y Sud Yungas aportan con la mayor cantidad de grano, representando en 75 % de la producción total. No obstante, en la reciente campaña se verifica un descenso de la producción nacional de cacao de 25.9 % respecto al periodo 2011-2012; de acuerdo a la percepción de los actores, principalmente de las organizaciones de productores y las instituciones de apoyo, los factores que incidieron en el descenso de la producción fueron: en La Paz, particularmente en la provincia Caranavi, la enfermedad conocida como Moniliasis, producida por el hongo *Moniliophthora roreri*, que durante la gestión 2013 afectó un promedio de 53 % de las plantaciones, con rangos de 30-70% de afectación de acuerdo al área de colonización (Espinoza et al., 2014).

La Moniliasis es un hongo fitopatógeno que ataca la mazorca del cacao siendo uno de los principales factores limitantes, causando pérdidas mayores al 30 %, pero que en muchas localidades alcanzan el 100 %, los efectos devastadores han causado el abandono de miles de hectáreas durante un periodo de casi 200 años, la reciente aparición y agresividad mostrada por el hongo en los dos extremos longitudinales de distribución (México y Perú) indica que esta es muy intensa y expansiva (Phillips, 2012).

El convenio CABI-CATIE ha realizado trabajos sobre el control biológico de monilia utilizando principalmente microorganismos antagonistas como el hongo *Trichoderma ssp.*, que ha tenido resultados prometedores además de una reducción en el gasto económico en comparación con el método químico, lo que hace necesario realizar estudios que permitan entender estos factores y crean la posibilidad de desarrollar nuevas formulaciones en el manejo de estos antagonistas que permitan mejorar la eficiencia en el control de esta enfermedad (Urquillas, 2004).

Los hongos del genero *Trichoderma* son activos contra una amplia gama de patógenos foliares y del suelo

económicamente importantes, y se utilizan exitosamente como bioplaguicidas en aplicaciones tanto en casas de cultivo como campo (González et al., 2011).

Las especies de *Trichoderma* se caracterizan por presentar un rápido crecimiento, poseer una gran capacidad de esporulación y de adaptación a un amplio rango de suelos agrícolas. Los aislados de *Trichoderma* son sensibles a diferentes condiciones abióticas medioambientales, temperatura, humedad y nutrientes, si bien su gran adaptabilidad les permite sobrevivir en gran cantidad de hábitats. Estos hongos compiten en la rizósfera de la planta, como endófitos, siendo capaces de colonizar completamente la superficie radicular. Además, penetran en el tejido de la raíz, normalmente hasta la primera o segunda capa de células y sólo los espacios intercelulares.

En la acción bio-controladora de *Trichoderma* se han descrito en diferentes mecanismos de acción que regulan el desarrollo de los hongos fitopatógenos. Entre estos, los principales son la competencia por el espacio y nutrientes, el micoparasitismo y la antibiosis, que tienen una acción directa frente el hongo fitopatógeno (Infante et al., 2009).

Además, se conoce que *Trichoderma* presenta otros mecanismos, cuya acción bio-reguladora es de forma indirecta. Entre estos se pueden mencionar los que incitan o inducen mecanismos de defensa fisiológicos y bioquímicos como es la activación en una planta de compuestos relacionados con la resistencia, con la detoxificación de toxinas excretadas por patógenos y la desactivación de encinas durante el proceso de infección; la solubilización de elementos nutritivos, que en su forma original no son accesibles para las plantas, tienen la capacidad además, de crear un ambiente favorable al desarrollo radical lo que aumenta la tolerancia de la planta al estrés (Infante et al., 2009).

Por lo mencionado anteriormente se planteó como objetivo principal evaluar la capacidad antagonista *in vitro* de dos aislamientos de *Trichoderma* sobre el fitopatógeno *Moniliophthora roreri*, el mejor antagonista será evaluado en parcelas de cacao *in vivo* para ver su nivel de control sobre *M. roreri* en condiciones medio ambientales naturales, posteriormente comparar la capacidad antagonista de ambas pruebas, en los ambientes propuestos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Ubicación de la zona de estudio

La evaluación *in vitro* se realizó en los laboratorios de Biotecnología de la Estación Experimental Sapecho, región de Alto Beni; y el laboratorio de Fitopatología en la ciudad de La Paz, dependientes de la Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés (Bolivia). La segunda fase *in vivo* se desarrolló en parcelas de cacao de la Estación Experimental Sapecho. Ambas fases de investigación pertenecen a la investigación cuantitativa.

### Metodología

#### Fase I

El patógeno *Moniliophthora roreri* fue aislado de los cultivos de cacao de la Estación Experimental Sapecho, y posteriormente purificado en laboratorio. Las cepas de *Trichoderma harziarum* y *Trichoderma viridae*, fueron obtenidas del cepario del laboratorio de Fitopatología de la Universidad Mayor de San Andrés.

La evaluación *in vivo* utilizó cultivares de cacao altamente susceptibles a los agentes patógenos *Moniliophthora roreri*, los cuales fueron debidamente identificados por el Ing. Casto Maldonado, Docente Investigador de la Estación Experimental de Sapecho-especialista en el área. Previo a la prueba de antagonismos se refrescaron en crecimiento libre los aislamientos de *Trichoderma* y *Moniliophthora* en medio puro PDA donde se monitoreo la velocidad de crecimiento de cada uno dibujándose sobre el envés de la placa una cruz marcando el centro, luego se marca los cuatro radios con una letra. Se inocula el hongo, se incuba hasta observar avance definitivo del hongo y se marcó el punto de avance sobre los cuatro radios marcados en la placa, esto se hizo cada vez que se realizó la medición del incremento del hongo en crecimiento. El ritmo promedio de crecimiento se calcula dividiendo el incremento total por el tiempo (French, 1980).

Una vez conocido el ritmo de crecimiento de todos los microorganismos se procedió a realizar la prueba antagónica *in vitro*, empleándose un Diseño Completamente al Azar (DCA) con tres repeticiones, La unidad experimental correspondió a una caja Petri con medio PDA. Para las pruebas de enfrentamiento se tomaron discos de 0.5 cm de diámetro obtenidos a partir de propágulos del patógeno (crecimiento libre) y

se sembraron en la superficie de las cajas de Petri con PDA, a un centímetro del borde de la caja (Coundom et al., 2002).

Este procedimiento se realizó por triplicado, después de 24 horas de incubación a una temperatura de 28 °C el patógeno *Moniliophthora roreri* fue sembrado a 1 cm del borde de la caja y en oposición un disco de 0.5 cm de diámetro del antagonista (Coundom et al., 2002). Al igual que en el crecimiento libre se procedió a medir el ritmo de crecimiento esta vez en la prueba dual, en la prueba cuantitativa se empleó la evaluación del potencial inhibitorio micelial. Se calcularon los valores para el porcentaje de inhibición del crecimiento micelial (PICM) según la fórmula:

$$PICM = \frac{Mb - Ma}{Mb} \cdot 100 \quad [1]$$

Dónde: Ma = micelio del fitopatógeno inhibido; Mb = Micelio del fitopatógeno con crecimiento libre.

En la prueba cualitativa se compararon las cepas teniendo en cuenta la capacidad antagónica, de acuerdo con la escala propuesta por Bell et al. (1982) (Tabla 1).

Tabla 1. Escala propuesta por Bell et al. (1982).

Nivel de antagonismo	Cualificación
1	<i>Trichoderma</i> superó por completo al patógeno y cubrió toda la superficie del medio
2	<i>Trichoderma</i> creció por encima de al menos dos tercios de la superficie del medio
3	<i>Trichoderma</i> y el patógeno colonizaron cada uno aproximadamente la mitad de la superficie del medio y ningún organismo dominó al otro
4	El patógeno colonizó al menos dos tercios de la superficie del medio y resistió la invasión de <i>Trichoderma</i> .
5	El patógeno dominó por completo a <i>Trichoderma</i> , lo superó y ocupó toda la superficie del medio.

#### Fase II

Una vez identificado el mejor antagonista de *Trichoderma* se procedió a la prueba *in vivo*, bajo un diseño de Bloques Completamente al Azar (DBA), con tres tratamientos y tres repeticiones se procedió a la aplicación de los diferentes tratamientos, se usaron dos mochilas aspersores con motor de 20 litros. Siendo los tratamientos Testigo (T1) aplicación con agua, T2: Dosis de esporas 300 g (108) y T3: Dosis de esporas 200 g (107). Las variables de estudio para de campo

*in vivo* fueron la incidencia y severidad de *Moniliophthora roreri* sobre las mazorcas del cacao. Evaluados según (French, 1980) como la intensidad de una enfermedad, siendo el grado de daño que esta ejerce sobre un campo de cultivo e incluye dos componentes según Rivera y Wright (2020):

$$Incidencia = \frac{\text{plantas enfermas} \cdot 100}{\text{total de plantas}} \quad [2]$$

$$Severidad = \frac{\text{area cubierta de manchas foliares} \cdot 100}{\text{area del hoja}} \quad [3]$$

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

**Fase I: Investigación en laboratorio (*in vitro*)**

La velocidad de crecimiento libre de microorganismos los agentes biocontroladores bajo crecimiento libre en

medio PDA demostraron tener mayor velocidad de crecimiento llegando a cubrir en su totalidad la caja Petri a los ocho días de inoculado siendo que *T. harziarum* llego a cubrir la caja Petri con 35.28 cm<sup>2</sup>, siendo seguido por *T. viridae* con 30.08 cm<sup>2</sup> a los ocho días a una temperatura constante de 28 °C coincidiendo estos datos con lo mencionado por (Infante et al., 2009) que indica que *Trichoderma* está biológicamente adaptado una colonización agresiva, abundante esporulación sobre una amplia gana de sustratos, dándole de esta manera una ventaja biológica sobre otros microorganismos antagónicos por lo que puede ejercer así una función de control por la competencia de nutrientes. La velocidad de crecimiento de *M. roreri* fue significativamente menor ya que al octavo día solo alcanzó un crecimiento de 19.71 cm<sup>2</sup> bajo condiciones *in vitro*. El seguimiento de crecimiento día por día se refleja en la [Figura 1](#).

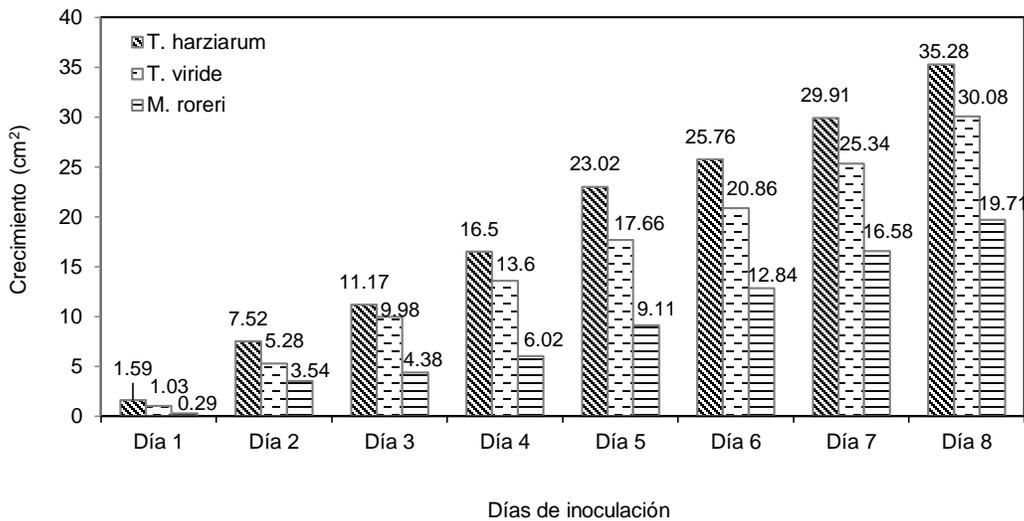


Figura 1. Velocidad de crecimiento libre de microorganismos.

La prueba dual entre *T. harziarum* y *M. roreri* en condiciones *in vitro* realizada bajo un DCA mostró que desde un principio *T. harziarum* tomó la ventaja de velocidad de crecimiento, siendo que el primer día de evaluación obtuvo 1.60 cm<sup>2</sup> de crecimiento en comparación con *M. roreri* que logró solamente 0.30 cm<sup>2</sup> de crecimiento, al quinto día de evaluación se llegaron a encontrar los microorganismos alcanzando a *T. harziarum* un crecimiento de 19.70 cm<sup>2</sup> y *M. roreri* obtuvo un crecimiento de 8.16 cm<sup>2</sup>, posteriormente ambos inhibieron el crecimiento aproximadamente un día para luego continuar el crecimiento *T. harziarum*

sobre *M. roreri* micoparasitandolo invadido totalmente el micelio de *T. harziarum* sobre *M. roreri* ([Figura 2](#)).

De acuerdo a Suarez y Cabrales (2008), la capacidad antagónica de los aislamientos estudiados aumentó hasta el sexto día, lo que demuestra que el hongo fitopatógeno había dejado de crecer mientras que el hongo antagonista continuaba creciendo hasta invadir totalmente la superficie de la colonia del hongo fitopatógeno, lo cual es la manifestación microscópica de los procesos de mico parasitismo.

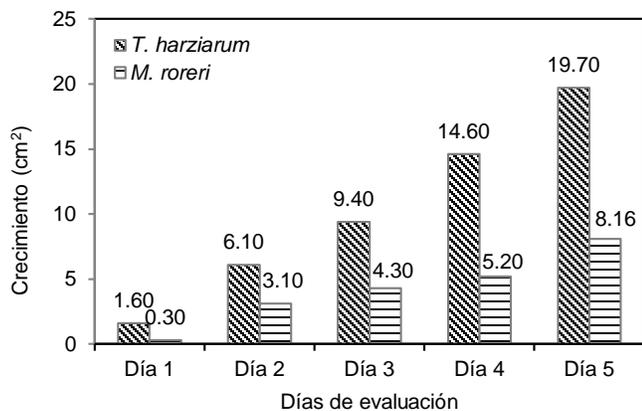


Figura 2. Crecimiento de *T. harziarum* y *M. roreri* en prueba dual.

El porcentaje de inhibición del crecimiento del micelio fue medido tomando en cuenta que en cultivo dual *M. roreri* ha crecido 8.16 cm<sup>2</sup>, comparado con un crecimiento libre donde ha alcanzado 19.71 cm<sup>2</sup>, entonces para fines de cálculo se estima que no pudo crecer 11.55 cm<sup>2</sup>, con estos datos se aplica la fórmula, en donde se encontró que el PICM fue del 58.60 %, con respecto a *M. roreri* que fue inhibido su crecimiento, tomado en cuenta los datos se comparó con la escala de Bell, donde indica que el nivel de antagonismo es de 1, el antagonista crece totalmente sobre el fitopatígeno (Figura 3).

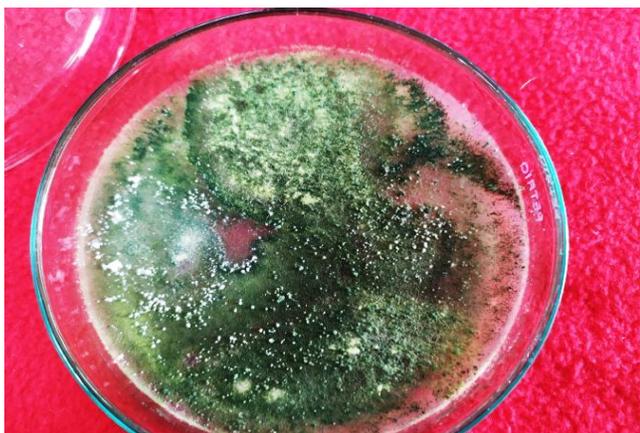


Figura 3. Mico parasitación de *T. harziarum* sobre *M. roreri* en un 100 %.

La prueba dual entre *T. viride* y *M. roreri* muestra que en el primer día apenas se notaba una diferencia de crecimiento siendo *T. viride* de 0.8 cm<sup>2</sup>, en comparación con *M. roreri* que fue de 0.2 cm<sup>2</sup>, con el transcurso de los días esta brecha se fue más notoria, finalmente se encontraron al sexto día *T. viride* un crecimiento de 18.4 cm<sup>2</sup>, en comparación con *M. roreri* que alcanzó un crecimiento de 10.3 cm<sup>2</sup> (Figura 4).

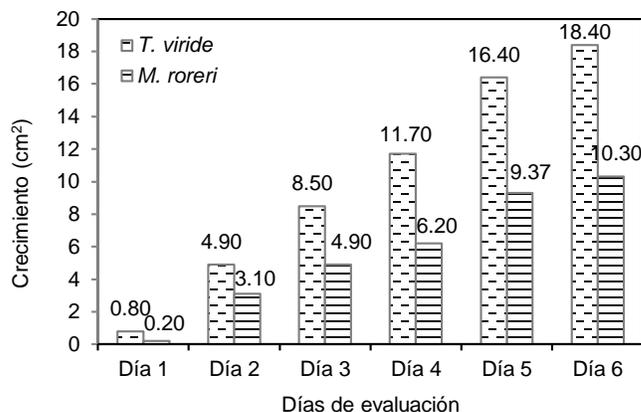


Figura 4. Crecimiento de *T. viride* y *M. roreri* en prueba dual.

El porcentaje de inhibición del crecimiento del micelio fue medido tomando en cuenta en cultivo dual, *M. roreri* ha crecido 9.37 cm<sup>2</sup>, comparado con un crecimiento libre donde alcanzó 19.71 cm<sup>2</sup>, para fines de cálculo se estima que no pudo crecer 10.34 cm<sup>2</sup>, con estos datos se aplica la fórmula dando que el PICM fue de 52.46 % con respecto a *M. roreri*. Asimismo, se evidencia que una vez encontrados los microorganismos ambos inhiben su crecimiento emitiendo *T. viride* encinas que retraen el crecimiento de *M. roreri* pero que ninguno se coloniza por lo que en la escala de Bell se lo clasifica como nivel de antagonismo de 2, donde el antagonista crece sobre las 2/3 partes de la caja de cultivo, inhibiendo el crecimiento y desarrollo del fitopatígeno (Figura 5).

Al respecto Hjeljord y Tronsmo (1998) indican que *Trichoderma* está biológicamente adaptado para una colonización agresiva de los nutrientes disponibles y para sobrevivir en forma de clamidosporas o conidios cuando estos son escasos. La rápida velocidad de crecimiento esporulación abundante y rango amplio de sustratos sobre los que puede crecer hace que sea muy eficiente como saprofito y aún más como agente de control biológico.



Figura 5. Inhibición de crecimiento de *T. viride* sobre *M. roreri*.

Según estos datos obtenidos se elige para la prueba *in vivo* a *Trichoderma harziarum*, siendo este que tiene un mejor control sobre *Moniliophthora roreri*.

**Fase II. Investigación en campo (*in vivo*)**

La prueba de campo *in vivo* bajo un diseño DBA muestra que para la variable incidencia a los 15 días de aplicación, todos los tratamientos resultan estadísticamente iguales a la prueba Duncan, esto debido al reciente establecimiento de *Trichoderma* en las mazorcas para ejercer su influencia y el patógeno, al finalizar la evaluación se presentaron diferencias altamente significativas en cuanto al testigo con los tratamientos siendo estadísticamente diferentes a la prueba Duncan (Figura 6), la aplicación de los tratamientos logró reducir la incidencia de la enfermedad en las mazorcas en el orden del 6 %, siendo importante para la variable de incidencia.

La incidencia de moniliasis en los frutos de cacao mostraron menores porcentajes en lo tratamientos con los antagonistas, durante las dos primeras semanas, después de la aparición de los síntomas, sin diferencia estadística frente al control. Aunque las diferencias no alcanzaron los niveles de significación se destaca que la menor incidencia ocurrió en los frutos inoculados con el hongo antagonista *Trichoderma harziarum* (T2), aislamiento que en condiciones *in vitro* inhibió por completo el crecimiento y esporulación de *M. roreri* (Villamil et al., 2015). A partir de la tercera semana la incidencia de moniliasis fue del 100 % en todos los tratamientos, independientemente de la presencia de antagonista.

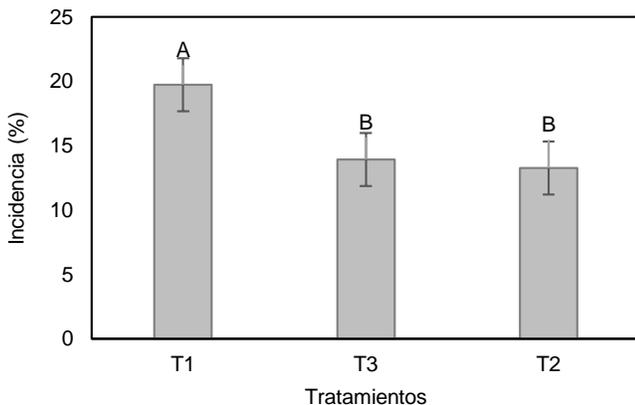


Figura 6. Incidencia de la enfermedad a los 75 días después de la aplicación.

La evaluación variable de la severidad tiene un comportamiento similar a la incidencia, siendo que a las primeras aplicaciones no mostró diferencias

significativas, las diferencias se mostraron en la última evaluación (75 días) donde T1 (testigo) al igual que T2 (200 g de *Trichoderma*) no fueron estadísticamente diferentes a la prueba Duncan (Figura 7). El avance de la enfermedad en ambos tratamientos fue el mismo, sin embargo, en el T3 (300 g de *Trichoderma*) sobre el cacao, tubo un eficiente control sobre el avance de la enfermedad de la mazorca consecuentemente evitó la esporulación del hongo para que pueda realizar nuevas infestaciones a frutos sanos, alcanzando con relación al testigo un descenso de la severidad del 10.87 %.

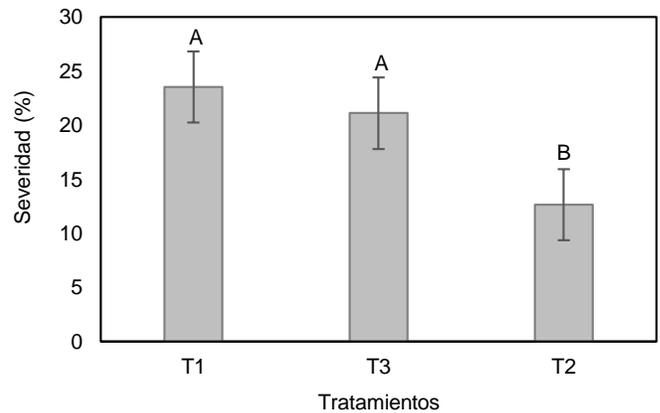


Figura 7. Severidad de la enfermedad a los 75 días después de la aplicación.

Según Villamil et al. (2015), el menor porcentaje de severidad externa se encontró en los frutos inoculados con el antagonista *Trichoderma harziarum* (T2). Las diferencias en cuanto a la severidad externa entre el tratamiento T2 y el testigo (T4) fueron significativas durante las seis semanas del estudio y frente a los otros dos antagonistas, a partir de la semana 3. Entre los tratamientos T1 (hongo H5) y T3 (bacteria B3) no se presentaron diferencias significativas en el tiempo del estudio, pero los dos también se diferenciaron del testigo (T4), a partir de la semana 4. La tendencia en la severidad externa del patógeno a través del tiempo mostró que el menor porcentaje de expresión de severidad externa de *M. roreri* durante las seis semanas del experimento fue el *Trichoderma harziarum*, etapa en la que los porcentajes de severidad fueron significativamente los más bajos.

**CONCLUSIONES**

La prueba dual mostro que *Trichoderma harziarum* tiene un porcentaje de inhibición de crecimiento de micelio del (PICM) 58.60 %, así mismo en la escala de Bell lo clasifica en un nivel de 1, invadiendo el micelio de *M. roreri* ocupando así todo el espacio de la caja

Petri, por estas características se la elige como el antagonista más eficiente. En contraposición *Trichoderma viride* con un PICM de 52.46, es calificado en la escala de Bell en nivel 2 es decir solo inhibe el crecimiento de *M. roreri*, no lo invade dentro de la caja Petri, como también su velocidad de crecimiento es inferior al de *T. harziarum*.

La prueba en campo (*in vivo*) con *T. harziarum* muestran que la incidencia en ambos niveles de aplicación rebajo está en un 6 % con respecto al testigo, que muestra que *T. harziarum* reduce la incidencia eficientemente. La severidad en campo fue medida en base a sintomatología externa siendo el T2 con 300 g fue el más eficiente reduciendo la severidad en 10.87 % con relación al testigo, por lo que se recomienda trabajar con este nivel de *Trichoderma*.

En la prueba de campo fue preponderante las condiciones ambientales en donde falta de lluvias al inicio y concentradas en un solo mes afectaron la expresión de ambos hongos estudiados. Se recomienda realizar la prueba de campo con 300 g, empezando en octubre con aplicaciones al suelo y follaje para cortar el ciclo de *M. roreri* desde el suelo antes que empiece su infección.

## BIBLIOGRAFÍA

- Bell, DK; Wells, HD; Markham, CR. 1982. In vitro antagonism of *Trichoderma* species against six fungal plant pathogens (en línea). *Phytopathology*. 72(4): 379-382. Disponible en <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19821384099>.
- Coundom, M; Mazza de Gaiad, S; Mazzati de Castañon, M; Gutierrez de Ariola, S; Countinho, M. 2002. Actividad antagónica in vitro de Hongos saprófitos sobre *Sclerotinia sclerotiorum*.
- Espinoza, S; Olivera, M; Ledezma, JC. 2014. Producción del cacao y del chocolate en Bolivia - Datos 2010 - 2013 en base a encuestas a productores y empresarios chocolateros (en línea). *Conservación Internacional Bolivia y Conservation Strategy Fund.*, 1, 58. [https://www.conservation-strategy.org/sites/default/files/field-file/Produccion\\_del\\_cacao\\_y\\_del\\_chocolate\\_en\\_Bolivia.pdf](https://www.conservation-strategy.org/sites/default/files/field-file/Produccion_del_cacao_y_del_chocolate_en_Bolivia.pdf).
- French, E. 1980. Métodos de investigación fitopatológica. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. 289 p.
- González, I; Infante, D; Peteira, B; Martínez, B; Arias, Y; González, N; Miranda, I. 2011. Caracterización bioquímica de aislamientos de aislamientos de *Trichoderma* spp. promisorios como agentes de control biológico (en línea). *II Expresión de actividad glucanasa*. *Rev. Protección Veg.*, 26(1), 23–29. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1010-27522011000100004](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-27522011000100004).
- Hjeljord, L; Tronsmo, A. 1998. *Trichoderma* and *Gliocladium* in biological control: an overview. In: *Trichoderma & Gliocladium: Enzymes, biological control and commercial applications*. Harman GE, Kubice CP. (Eds). Volumen 2. p.131-151.
- Infante, D; Martínez, B; González, N; Reyes, Y. 2009. Mecanismos de acción de *Trichoderma* frente a hongos fitopatógenos (en línea). *Rev. Protección veg.* 24(1): 14-21. Disponible en <http://scielo.sld.cu/pdf/rpv/v24n1/rpv02109.pdf>.
- Phillips, W. 2012. La moniliasis del cacao en Bolivia Conociendo al Enemigo. 280 p.
- Rivera, M; Wright, E. 2020. Apuntes de patología vegetal: fundamentos y prácticas para la salud de las plantas (en línea). 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Editorial Facultad de Agronomía. [https://www.agro.uba.ar/sites/default/files/apuntes\\_de\\_patologia\\_vegetal\\_0.pdf](https://www.agro.uba.ar/sites/default/files/apuntes_de_patologia_vegetal_0.pdf).
- Suarez, LY; Cabrales, CP. 2008. Identificación de especies de cepas nativas de *Trichoderma* sp. y *Bacillus* sp. y evaluación de su potencial antagonista in vitro frente al hongo fitopatógeno nativo *Moniliophthora roreri* en el departamento de Norte de Santander (en línea). *Respuestas*, 1(13), 45–55. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5461225>.
- Urquillas, LW. 2004. Inducción de la germinación para mejorar la eficacia de dos agentes antagónicos para el control de la Monilia (*Crinipellis roreri*) del cacao (*Theobroma cacao*) (en línea). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza CATIE. Disponible en [https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/2390/Induccion\\_de\\_la\\_germinacion.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/2390/Induccion_de_la_germinacion.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- Villamil, JE; Viteri, SE; Villegas, WL. 2015. Aplicación de antagonistas microbianos para el control biológico de *Moniliophthora roreri* Cif & Par en *Theobroma cacao* L. Bajo Condiciones de Campo (en línea). *Rev. Fac.Nac.Agron.Medellin* 68(1): 4771-7450. Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v68n1/v68n1a05.pdf>.

Artículo recibido en: 19 de junio 2022  
Aceptado en: 10 de agosto 2022