



Efecto antagonista de cepas de *Trichoderma* sobre agentes causales en el cultivo de maíz

Antagonist effect of *Trichoderma*'s strains on causal agents in corn crops

Mena Ponce, María Germania; Cruz Miranda, Juan Kevin;
Gómez Bermeo, Abel Andrey; Huacón Sánchez, Darwin Estalin

María Germania Mena Ponce

marie_mena@hotmail.com

Universidad Agraria del Ecuador, Ecuador.

Juan Kevin Cruz Miranda

juankevin@hotmail.es

Universidad Agraria del Ecuador, Ecuador.

Abel Andrey Gómez Bermeo

abel_andrey@hotmail.com

Universidad Agraria del Ecuador, Ecuador.

Darwin Estalin Huacón Sánchez

darwinhuacon@hotmail.com

Universidad Agraria del Ecuador, Ecuador.

Resumen: El presente estudio incluye trabajo de campo en un cultivo de maíz en el recinto "Las Cañitas" en el cantón Urданeta y una segunda etapa en el laboratorio de fitopatología de la Universidad Agraria del Ecuador. Con el objetivo de evaluar el efecto antagonista de dos cepas de *Trichoderma* (*T. harzianum* y *T. viride*) sobre la roya (*Puccinia sorghi*) y tizón foliar (*Helminthosporium spp.*), agentes causales del cultivo de maíz. En campo, se emplearon para el estudio dos híbridos de maíz (Iniap H-551 y Trueno), por lo que se establecieron 6 tratamientos. Bajo la incidencia natural de los patógenos en estudio, la cepa *T. viride* y el híbrido Trueno demostraron un comportamiento estable. Sin embargo, los resultados no fueron significativos. Los resultados reflejaron que el tratamiento T4 (*T. viride* - Trueno) sobresalió para la variable índice de incidencia para los dos patógenos en estudio. En laboratorio, se valoró la efectividad del micoparásito de las dos cepas de *Trichoderma sp.*, frente a los hongos fitopatógenos aislados de las plantas de maíz provenientes del ensayo de campo, a través de pruebas de antagonismo entre el agente micoparásito y el agente fitopatógeno, obteniendo un mayor antagonismo de los micoparásito frente a *Helminthosporium spp.* En el caso de *Puccinia sorghi* se evidenció que únicamente *T. viride* inhibió en gran manera su desarrollo. Por lo que se concluye en que las cepas de *Trichodermas* no ejerce un control eficaz en el manejo de las enfermedades evaluadas, debido a que estas no influyeron en su producción, ni en su rentabilidad.

Palabras clave: *Trichoderma*, roya, tizón, control biológico, aislamiento, laboratorio.

Abstract: The present study included field work in a corn crop in "Las Cañitas" in the Urданeta canton and a second stage in the phytopathology laboratory of the Agrarian University of Ecuador. The objective was to evaluate the antagonistic effect of two *Trichoderma* strains (*T. harzianum* and *T. viride*) on rust (*Puccinia sorghi*) and leaf blight (*Helminthosporium spp.*), causal agents of the maize crop. In the field, two corn hybrids (Iniap H-551 and Trueno) were used for the study, so 6 treatments were established. Under the natural incidence of the pathogens under the study, the *T. viride* strain and

Pro Sciences: Revista de Producción, Ciencias e Investigación

CIDEPRO, Ecuador

e-ISSN: 2588-1000

Periodicidad: Trimestral

Vol. 7, No. 47, 2023

editor@journalprosciences.com

Recepción: 27 Enero 2023

Aprobación: 21 Febrero 2023

DOI: <https://doi.org/10.29018/issn.2588-1000vol7iss47.2023pp90-100>



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional.

Cómo citar: Mena Ponce, M. G., Cruz Miranda, J. K., Gómez Bermeo, A. A., & Huacón Sánchez, D. E. (2023). Efecto antagonista de cepas de *Trichoderma* sobre agentes causales en el cultivo de maíz. Pro Sciences: Revista De Producción, Ciencias E Investigación, 7(47), 90-100. <https://doi.org/10.29018/issn.2588-1000vol7iss47.2023pp90-100>

the hybrid Trueno showed a stable behavior. However, the result weren't significant. The results showed that the T4 treatment (*T. viride* - Trueno) excelled for the incidence index variable for the two pathogens under study. In the laboratory, the effectiveness of the mycoparasite of the two strains of *Trichoderma sp.* against the phytopathogenic fungi isolated from the maize plants from the field trial was evaluated through antagonism tests between the mycoparasite and the phytopathogenic agent, obtaining a greater antagonism of the mycoparasite against *Helminthosporium spp.* In the case of *Puccinia sorghi*, it was shown that only *T. viride* greatly inhibited its development. Therefore, it is conclude that the strains of *Trichodermas* don't exert an effective control in the management of the evaluated diseases, because didn't influence their production nor their profitability.

Keywords: *Trichoderma*, rust, leaf blight, biological control, isolation, laboratory.

INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays L.*) duro es un cultivo de gran importancia económica y social, por su contribución tanto en la alimentación humana como la animal mediante la elaboración de alimentos balanceados principalmente. Reportes de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2021) indican que la producción de maíz en América Latina y el Caribe alcanzó un total de 203 890 134 toneladas, que corresponde a 1,41% de incremento en comparación a la producción del año 2020.

En Ecuador se sembraron alrededor de 278 021 hectáreas en el 2021 y el rendimiento nacional fue de 4,31 t/ha (SIPA, 2021), lo cual representó un 34,2 % de disminución en comparación al año 2020 donde se obtuvo un rendimiento nacional de 6,56 t/ha en una superficie menor de 274 465 hectáreas (MAG, 2020).

En la actualidad existe un bajo rendimiento en la producción de maíz duro en Ecuador, una de las razones es por la afección de enfermedades. Por lo que existe un antecedente de alto índice de toneladas importadas en el periodo 2004-2021. De acuerdo con los datos del SIPA (2020) se registró 0 tm exportadas y 49 254 tm importadas, para este año 2021 (Enero-Febrero) 0 tm exportadas y 26 870 tm importadas reflejándose un balance comercial negativo de - 100,0% (SIPA, 2021). Por consiguiente, es de mucha importancia desarrollar y evaluar métodos de control biológico, con el objetivo de reducir el daño económico y estético causado por las enfermedades e incrementar los niveles de producción.

El maíz es susceptible a varias enfermedades, que en alguna manera han causado pérdidas severas, como lo son la roya y el tizón del maíz que se expondrán en esta investigación. Por lo que a lo largo de la historia se ha intentado reducir el daño económico y estético causado por ellas, creando enfoques más precisos en los controles de las mismas, resultando estas a menudo severas y únicas, como la aplicación de pesticidas, fumigación de suelos o quemas (Andrade-Hoyos *et al.*, 2019).

El control de los mismos se ha basado tradicionalmente en la aplicación de plaguicidas, los cuales muchas veces no solo actúan sobre el agente en estudios, sino que afectan a otros agentes muchas veces beneficiosos y han contribuido al desarrollo de la inmuno-resistencia de estos agentes causales de enfermedades. Por tanto, surge la importancia de tomar y desarrollar vías de solución que estén siempre orientadas a la conservación ambiental, ya que es más sencillo prevenir proactivamente la aparición de una resistencia que recuperar la susceptibilidad de forma reactiva.

El potencial productivo del cultivo del maíz (*Zea mays*), ha aumentado cada año. Sin embargo, en varios países el rendimiento medio está todavía muy por debajo de lo que se puede producir, en gran parte por la incidencia de enfermedades. La roya y tizón son enfermedades comunes que atacan al cultivo de maíz, en el mercado disponen de tratamientos químicos para su manejo como son: Mezcla de estrobirulinas y triazoles; tebuconazole; epoxiconazole; mancozeb o propiconazole (INTA, 2010).

Una de las alternativas biológicas para manejar la incidencia de estos agentes causales y de la cual se ha obtenido buenos resultados, es la aplicación de *Trichoderma*, un hongo anaeróbico caracterizado por tener un comportamiento saprófito o parásito. El éxito de las cepas de *Trichoderma* como agentes de control biológico se debe a su alta capacidad reproductiva, habilidad para sobrevivir a condiciones ambientales desfavorables, eficiencia en la utilización de nutrientes, capacidad para fortalecer a la planta a nivel radicular, fuerte agresividad contra hongos fitopatógenos y eficiencia en promover el crecimiento en plantas e inducción de mecanismos de defensa (Hidalgo y Morán, 2020).

Por lo que la presente investigación tiene como objetivo evaluar los agentes causales ya antes mencionados de las enfermedades roya y tizón, mediante la aplicación de dos cepas de *Trichoderma*, ya que al ser un hongo antagonista tiene la capacidad de ejercer un efecto de control biológico sobre diferentes patógenos de interés (Cai y Druzhinina, 2021). La investigación se la realizará en condiciones de laboratorio y luego en campo, donde en condiciones *in vitro* se identificará a los agentes causales y mediante cultivos duales se determinará la capacidad antagónica de las cepas de *Trichoderma*, luego se evidenciará su eficacia sobre la incidencia natural de los patógenos en estudio, en condiciones de campo en dos híbridos de maíz, a saber Iniap H-551 y Trueno.

METODOLOGÍA

Ensayo en campo

Se realizó un ensayo en campo en la finca “Don León” en el recinto Las Cañitas de la parroquia Ricaurte del cantón Urdaneta, provincia de Los Ríos. Estableciendo 24 parcelas experimentales, las cuales estuvieron establecidas en un área de 864 m² delineadas en un diseño experimental en arreglo de parcelas divididas, bajo un diseño de bloques completos al azar, con una densidad poblacional de 180 plantas por cada parcela, en el periodo comprendido septiembre-diciembre 2021. Donde se implementaron para el estudio 2 híbridos de maíz (Iniap H-551 y Trueno) los cuales presentan cierta sensibilidad a estas enfermedades.

Se realizaron 3 aplicaciones (20 - 40 - 60 días) de las cepas de *Trichoderma* (*T.harzianum* y *T.viride*), luego se determinó la incidencia y severidad de la roya y el tizón en el cultivo de maíz dos semanas después de la floración (65 dds), para lo cual se presenta la fórmula aplicada para determinar la incidencia, por lo que se tuvo en cuenta el número de plantas totales y cuántas de estas se encontraban sanas y enfermas; en el caso de la severidad, se utilizó una escala (INIAP, 2018).

FÓRMULA

$$I = \frac{\text{Total de plantas enfermas}}{\text{Total de plantas muestreadas}} \times 100$$

ESCALA

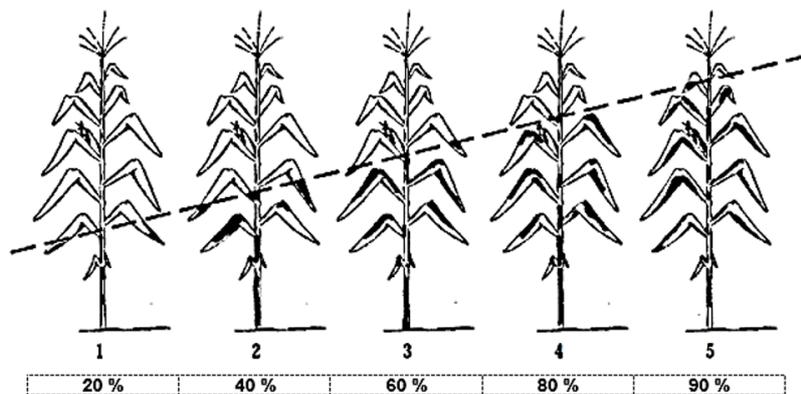


Figura 1. Escala de severidad para la evaluación de enfermedades foliares: roya, tizón foliar, mancha de asfalto, Cercospora y curvularia; donde 1 significa la mínima presencia de la enfermedad y 5 los síntomas más severos de la enfermedad en todas las hojas de la planta

Ensayo en laboratorio

Para el análisis en laboratorio, las muestras se tomaron realizando un recorrido por el ensayo establecido en campo, observando los síntomas de enfermedad por acción de los patógenos en estudio. Las partes que visualmente aparentaron daño en su tejido vegetal fueron recolectadas del total del área sembrada, equivalente a 4 320 plantas, se muestreó cerca del 2% del cultivo, lo equivalente a 86 plantas; estas muestras recolectadas fueron guardadas y almacenadas en sobres de papel.

Posterior a esto, las muestras fueron llevadas al laboratorio para la identificación de los patógenos. En el caso de la roya, se implementó la técnica de impronta directa, la cual consiste en tomar una muestra del tejido vegetal afectado y con una pedazo de cinta transparente hacer presión sobre dicha área y posteriormente retirarla con cuidado; en una lámina se coloca una gota de azul de lactofenol para luego ubicar la cinta con la muestra del patógeno y poder realizar la observación en el microscopio a un aumento de 40X (Chingaté *et al.*, 2020).

En el caso del tizón foliar, se tomaron fragmentos de hojas sintomáticas (4-5 cm de longitud) los cuales fueron desinfectados en una solución de hipoclorito de sodio al 0.5% por 2 min, luego lavados en agua destilada estéril por 3 min y secados con papel de filtro. Los fragmentos fueron colocados en cámaras húmedas por 48 h a 25 °C (Félix-Gastélum *et al.*, 2018). De los conidios formados en el tejido de las hojas se procedió a la identificación en el microscopio y se obtuvieron cultivos monospóricos a través de su transferencia con una aguja de disección a placas de Petri con papa dextrosa agar (PDA).

Las especies del género *Trichoderma* son fáciles de aislar. Se procedió como señala Chingaté *et al.*, (2020) para el aislamiento, realizar varias siembras en el medio de cultivo Agar Papa Dextrosa (PDA) hasta obtener el *Trichoderma* puro y no exista contaminación con otro microorganismo. Se incorporó una alícuota de 5 ul de ambas cepas en el medio de cultivo, en el caso de *T. harzianum* como su presentación fue en polvo, se diluyó previamente una pequeña cantidad en agua destilada.

Grado de micoparasitismo

Para las pruebas de antagonismo, en el caso del tizón se tomaron partes del tejido del hongo reproducido en los medios de cultivo y se lo sembró en agar PDA en un extremo de la caja Petri un disco de 4 mm de diámetro, luego se sembró al lado opuesto, a una distancia de 5 cm entre ambos, un disco de 4 mm de diámetro con micelio de *T. viride* y de igual manera con *T. harzianum*, para el posterior análisis de variables a los 7 días. Se incubaron a temperatura de 24°C a 26°C, hasta que el crecimiento del antagonista o del patógeno cubriera toda la superficie del medio de cultivo.

La evaluación antagónica para roya se realizó mediante cámara húmeda, ya que como este solo se reproduce en presencia de su hospedero, no puede reproducirse en medios de cultivo, por lo que tuvo que realizarse cámaras húmedas con fragmentos de hojas contaminados con roya y el tratamiento de las cepas de *Trichoderma* se realizó por aspersion para las pruebas antagónicas (Chingaté *et al.*, 2020). Para la evaluación de la actividad antagónica de las cepas de *Trichoderma* en laboratorio se empleó la escala propuesta por Royse y Ries (1978) determinando el grado de micoparasitismo de los aislados.

ESCALA

Tabla 1. Escala para clasificar el grado de micoparasitismo de aislados de *Trichoderma*

Grado	Descripción de micoparasitismo	Cubrimiento de la superficie del medio por el antagonista (%)
1	El antagonista cubre totalmente el micelio del fitopatógeno	100%
2	El antagonista cubre 75% del micelio del fitopatógeno	75%
3	El antagonista cubre 50% el micelio del fitopatógeno	50%
4	El antagonista cubre 25% el micelio del fitopatógeno	25%

Crecimiento promedio del hongo en mm

En el caso de los cultivos individuales, el testigo se sembró individualmente en platos Petri, un inóculo de cada cepa de *Trichoderma* (*T. harzianum* y *T. viride*), un inóculo de *Helminthosporium sp.*, todos en platos Petri separados. En el caso de *Puccinia sorghi* se realizó un cultivo individual mediante cámara húmeda. Calculando en base al diámetro de la colonia fúngica de cada tratamiento el crecimiento promedio del hongo en mm, con un calibrador vernier, tomando los datos a los 7 días. Para lo cual se siguió la metodología descrita por French y Hebert (1982) que consiste en dibujar una cruz en la cara posterior del plato Petri, indicando cuatro radios de 45 mm, a los cuales se les nombró con letras minúsculas (a, b, c y d) y sobre los que se midió el avance o crecimiento del hongo.

RESULTADOS

Evaluar e identificar los agentes causales en estudio en el cultivo de maíz

El muestreo realizado en campo permitió identificar la sintomatología de cada agente causal en estudio, como se puede ver en la Figura 1. El principal síntoma de roya que presentaron las plantas fue las pústulas urediniosóricas de color naranja en el haz y el envés de las hojas; por otro lado el principal síntoma de tizón foliar que presentaron las plantas, fue manchas extendidas, gris verdosas de 2,5 a 20 cm de longitud. De acuerdo con el muestreo se determinaba cuántas plantas se encontraban sanas y cuántas enfermas, y a cada planta muestreada se tomaba el número de hojas afectadas y totales, según cada enfermedad.

Las muestras colectadas fueron llevadas al laboratorio para el proceso de identificación y multiplicación para las pruebas de evaluación antagónicas con las cepas de *Trichodermas*.

Tabla 2. Porcentajes de incidencia y severidad presentados en el cultivo de maíz de acuerdo al agente causal en los dos híbridos de maíz

Cepas	Variedades	Roya		Tizón foliar	
		Incidencia	Severidad	Incidencia	Severidad
<i>T. harzianum</i>	Iniap H-551	3,75	3	3,25	4
<i>T. viride</i>		1,75	2	2,5	4
Testigo		8,25	4	8	5
<i>T. harzianum</i>	Trueno	2	3	1,75	4
<i>T. viride</i>		1	1	1,25	4
Testigo		5,25	4	4,75	5

De acuerdo al análisis en estudio se pudo evidenciar que la cepa *T. viride* fue la que presentó el menor porcentaje de incidencia de roya en las dos variedades de maíz, para los dos agentes causales en estudio, siendo el híbrido Trueno el que presentó mayor tolerancia a las enfermedades de acuerdo a los datos reflejados por los testigos. En lo que respecta a la severidad en roya, muestra que los testigos presentaron un valor de 4 en la escala, que corresponde al 80% de daño en la planta. El resto de tratamientos ha presentado una variación de severidad entre el 20% y el 60% de daño en las plantas, siendo la cepa *T. viride* la que presento los mejores resultados.

La acción controladora de las cepas de *Trichoderma* no logró ser tan efectiva sobre la incidencia natural de tizón foliar, de acuerdo a la severidad del testigo el cual varió en las dos variedades, demostrando así las susceptibilidad o resistencia de estas.



Figura 2. Sintomatología de los agentes en estudio en el cultivo de maíz: a) pústulas urediniosóricas de color naranja en el haz y el envés de las hojas; b) manchas extendidas, gris verdosas de 2,5 a 20 cm de longitud.

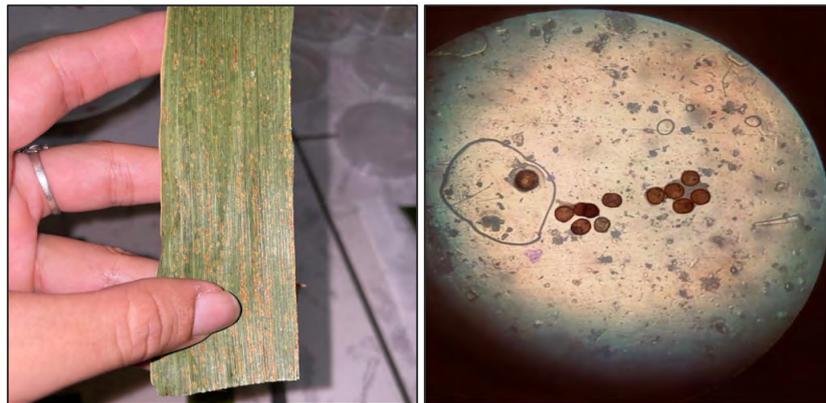


Figura 3. Agente causal de enfermedad en el cultivo de maíz, roya *Puccinia sorghi* urediniosporas

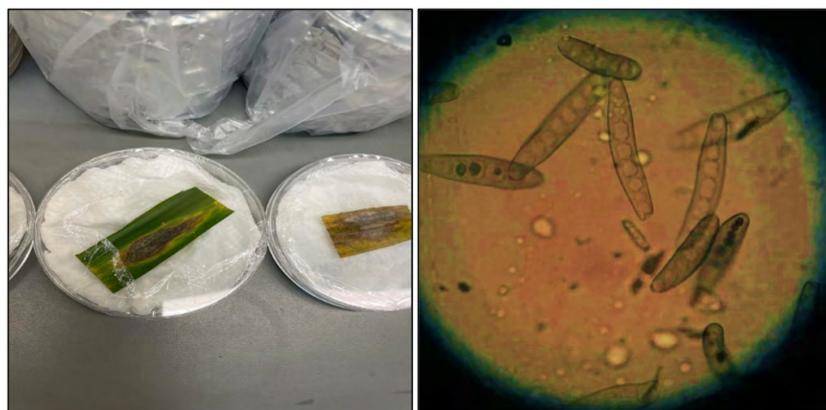


Figura 4. Identificación del hongo *Helminthosporium* sp.

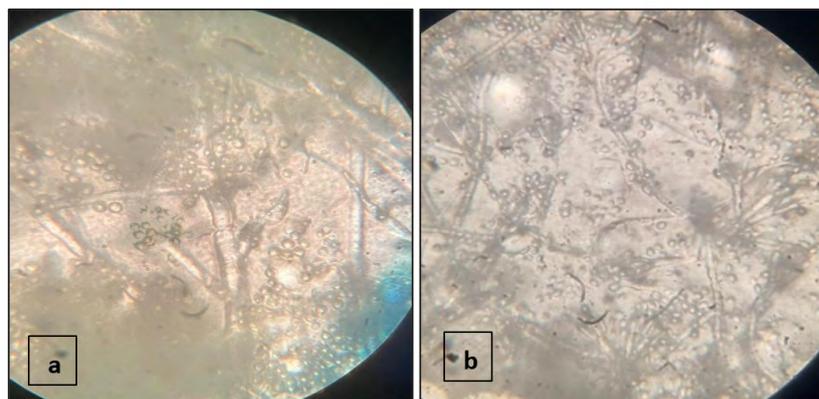


Figura 5. a) Identificación del hongo *T. harzianum* en aumento 100x.
b) Identificación del hongo *T. viride* observado a 100x

Determinar la capacidad de antagonista de las cepas de *Trichoderma* en los hongos fitopatógenos en condiciones *in vitro*

Para el cumplimiento del primer objetivo de la investigación se procedió a evaluar el grado de micoparasitismo por parte de las cepas de *T. harzianum*, *T. viride* y el testigo en los patógenos en estudio, cuyos resultados, expresados en porcentaje, presentan que para la roya, se encontró que la especie *T. viride* presentó el mayor grado de parasitismo (92%) mientras que *T. harzianum* no desarrolló ninguna actividad. En el caso de tizón foliar, se encontró que las especies *T. viride* y *T. harzianum* presentaron un grado de parasitismo similar (75 %).

Tabla 3. Grado de micoparasitismo de cada una de las cepas de *Trichoderma* en los agentes causales en estudio

Cepas	Roya	Tizón Foliar
	Grado de micoparasitismo	Grado de micoparasitismo
<i>T. harzianum</i>	0	75
<i>T. viride</i>	92	75
Testigo	0	0

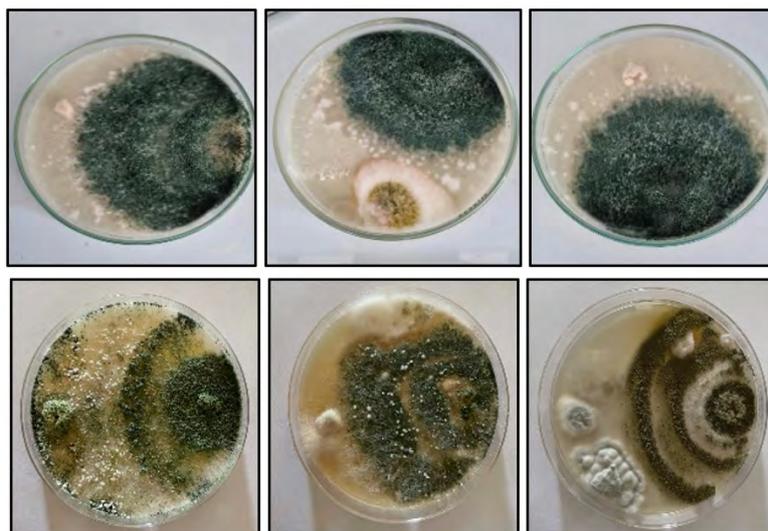


Figura 6. Cultivos duales de las cepas de *Trichodermas* frente a *Helminthosporium sp.* Primera columna *T. harzianum* y la segunda columna *T. viride*

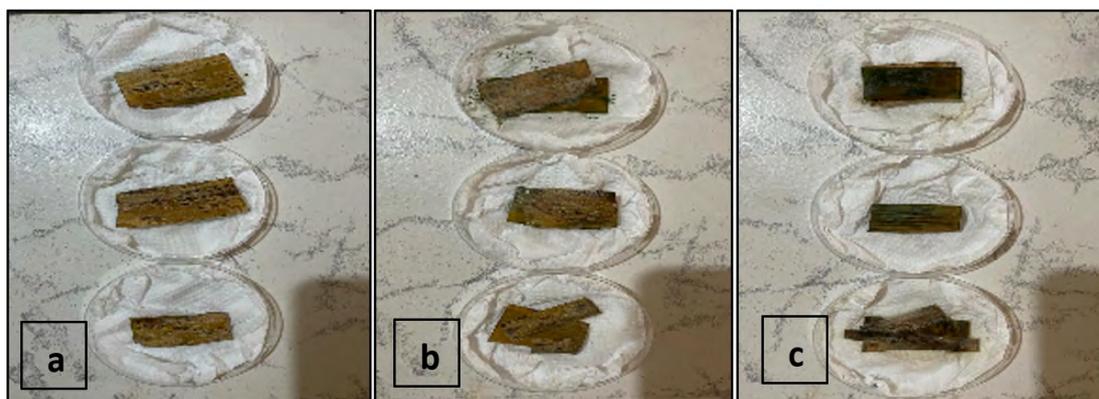


Figura 7. a) Testigo sin cepa de *Trichoderma*; b) Tratamiento con *T. harzianum*, presencia visual del antagonista, no inhibió el desarrollo del patógeno; c) Tratamiento con *T. viride*, presencia visual, inhibió el desarrollo del patógeno

Crecimiento promedio de los hongos en mm

Se procedió a cultivar por separado los hongos, permitiendo su normal desarrollo durante 7 días en el medio de cultivo PDA. Se pudo observar que *T. harzianum* presenta una coloración verde más fuerte que el *T. viride*, sin embargo cuando se realizó los cultivos duales, presentaron una coloración similar. En el caso de *Helminthosporium sp* tomo un color blanco amarilloso con aspecto algodonoso. Se pudo observar que la cepa *T. viride* fue el que registró el mayor crecimiento con 87,06 mm, algo similar con la cepa *T. harzianum* cuyo halo micelial fue de 86,92 mm. Por último, el agente causal de tizón foliar *Helminthosporium sp* obtuvo el menor crecimiento con 73,76 mm.

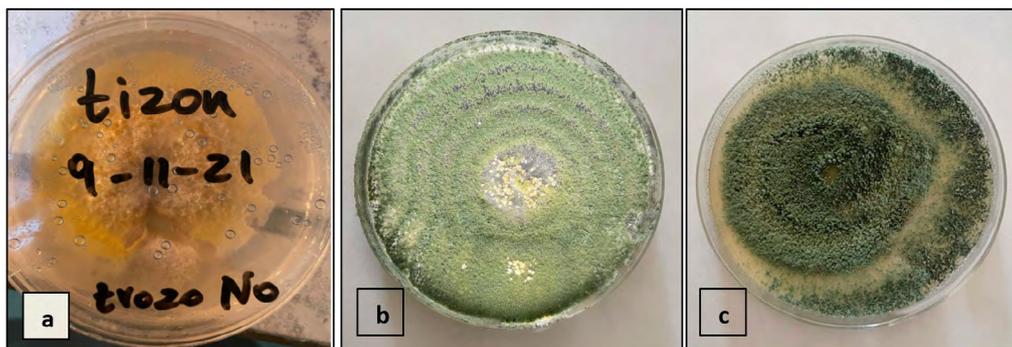


Figura. 8 Cultivos individuales de: a) *Helminthosporium sp.*; de las cepas de *Trichoderma* a los 7 días, b) *T. viride*; c) *T. harzianum*

DISCUSIÓN

De acuerdo con los resultados obtenidos en este trabajo experimental en condiciones de laboratorio, determinaron que la aplicación de las cepas de *Trichoderma*, a saber *T. harzianum* y *T. viride*, tienen capacidad de competencia y antagonismo *in vitro* frente al hongo del tizón foliar (*Helminthosporium spp.*). Esto corrobora lo manifestado por Acurio *et al.*, (2017) quien indica que las cepas de *Trichoderma* son eficaces por su micoparasitismo, antibiosis, competencia (espacio y nutrientes) y desactivación de enzimas de los patógenos. A la vez que se relaciona con los resultados obtenidos por Kumar *et al.*, (2021) donde evidenció que los 10 aislados de *Trichoderma* en estudio, redujeron en gran manera el crecimiento micelial del tizón foliar en laboratorio.

Respecto a la Roya (*P. sorghi*), los resultados en esta investigación demostraron que *T. viride* tiene capacidad de competencia y antagonismo en condiciones *in vitro* para este patógeno en un 92 %, ya que la presencia del hongo antagonista impidió el crecimiento del patógeno, a diferencia de *T. harzianum* cuyos resultados fueron negativos en un 0% de grado de micoparasitismo. Estos resultados difieren con Chingaté *et al.*, (2020) quien en una investigación sobre la efectividad de *Trichoderma sp.*, frente a patógenos del maíz, no funcionó frente a roya, ya que no existió la mínima presencia de *Trichoderma sp.*, en las cámaras húmedas, debido a que no presentó micelio ni crecimiento.

Referente a la microscopia de los agentes en estudio, se pudo observar que *T. harzianum* presenta hifas ramificadas y septadas de donde se desarrollan los fiálides que producen los conidios, lo que difiere con Vásquez (2010), quien en la identificación morfológica de *T. harzianum* evidenció el desarrollo de hifas ramificadas-aseptadas. Por otro lado *T. viride* presentó hifas ramificadas, septadas y hialinas más finas que *T. harzianum*, donde se podían observar fiálides agrupadas entre 2 y 4, corroborando lo manifestado por Sánchez, Moreno y Páramo (2021) quien en su investigación sobre identificación morfológica de las cepas de *Trichoderma* indican las diferencias entre *T. harzianum* y *T. viride* por sus hifas, sus conidióforos, fiálides y conidias.

Realizado el trabajo experimental se puede mencionar que se pudo valorar el efecto antagonista de *T. harzianum* y *T. viride* en la producción de los híbridos en estudio, a saber Iniap H-551 y Trueno, al analizar los resultados de las variables rendimientos, debido a que se pudo observar que los híbridos presentaron cierto grado de resistencia, siendo Trueno quien reflejó mayor resistencia a los patógenos en estudio y un comportamiento agronómico más estable en los tratamientos donde tenía incorporado las cepas de *Trichoderma*, sin embargo, las cepas no influyeron significativamente en los rendimientos ni en la rentabilidad, en relación con el testigo, por tanto se rechaza la hipótesis de la investigación.

CONCLUSIONES

T. harzianum y *T. viride* pueden usarse como agentes de control biológico, ya que demostraron tener capacidad de competencia y antagonismo *in vitro* frente a *Helminthosporium sp.*, por tanto, son eficaces para su control.

T. harzianum no es eficaz para el control *in vitro* de *Puccinia sorghi*, hubo presencia visual del antagonista, sin embargo, no inhibió el desarrollo del patógeno. *T. viride* es eficaz para el control de *Puccinia sorghi*, debido a que inhibió el desarrollo del patógeno *in vitro*.

En condiciones de campo, bajo la incidencia natural de los patógenos en estudio, las cepas de *T. viride* y *T. harzianum* no ejercen un control eficaz en el manejo de las enfermedades evaluadas. Sin embargo, la cepa *T. viride* sobresalió con mayor potencial controlador para ambos patógenos en estudio. El tratamiento T2V2 (*T. viride*-Trueno) en las variables de incidencia para ambos patógenos, presentó el menor porcentaje de incidencia de 1 % (roya) y 1.25 % (tizón), en promedio.

Aparentemente el material vegetativo, en el actual estudio, presentó cierta tolerancia a las enfermedades evaluadas, debido a que éstas no influyeron en su producción, ni en su rentabilidad. Por lo que es propio desarrollar más ensayos que evalúen la eficacia antagonista de la cepa *T. viride* en el manejo de hongos foliares en el cultivo de maíz, debido a que en la actual investigación su acción fue insipiente, a pesar de que la bibliografía reporta resultados positivos para este hongo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acurio, D., España, K., (2017). Aislamiento, caracterización y evaluación de *Trichoderma sp* como promotor de crecimiento vegetal en pasturas de raygrass (*Lolium perenne*) y trébol blanco (*Trifolium repens*). La Granja. Revista de ciencias de la vida, 25(1), 53-61. <https://doi.org/10.17163/lgr.n25.2017.05>
- Andrade, P., Luna, A., Osorio, E., Molina, E., Landero, N., Barrales, J., (2019). Antagonismo de *Trichoderma spp.* vs hongos asociados a la marchitez de chile. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 10(6), 1259-1272. <https://doi.org/10.29312/remexca.v10i6.1326>
- Cai, F., Druzhinina, S. (2021). In honor of John Bissett: authoritative guidelines on molecular identification of *Trichoderma*. Fungal diversity, 107(1), 1-69. <https://doi.org/10.1007/s13225-020-00464-4>
- Chingaté, G., Liévano, S., Cubillos, D. (2020). Evaluación de la efectividad de antagonismo de *Trichoderma sp* sobre diferentes hongos fitopatógenos presentes en el cultivo de maíz (*Zea mays*). Ciencias agropecuarias, 6(1), 19-34. <https://doi.org/10.36436/24223484.279>
- FAO. (2021). fao.org. Obtenido de FAO web site: <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>
- Félix, R., Lizárraga, J., Maldonado, E., Leyval, Y., Herrera, G., Espinoza, S., (2018). Confirmación de la identidad de *Exserohilum turcicum*, agente causal del tizón foliar del maíz en Sinaloa. Revista mexicana de fitopatología, 36(3), 468-478. <https://doi.org/10.18781/r.mex.fit.1803-1>
- Hidalgo, R., Moran, I. (2020). *Trichoderma*: Hongo fungicida usado en tratamientos foliares del suelo y el control de diversas enfermedades producidas por hongos. Revista: Caribeña de Ciencias

Sociales, 50-63.

- INIAP. (2018). Manejo de enfermedades - *Curvularia*. Obtenido de Iniap.gob.ec: <http://tecnologia.iniap.gob.ec/images/rubros/contenido/maizd/8curvularia.pdf>
- INTA. (2010). Enfermedades foliares reemergentes del cultivo de maíz: Royas (*Puccinia sorghi* y *Puccinia polysora*), Tizón foliar (*Exserohilum turcicum*) y Mancha foliar (*Kabatiella zae*). Actualización Técnica N° 2 – Maíz, Girasol y Sorgo, 90 - 92.
- Kumar, C., Chand, P., Choudhary, C., Akhtar, N., Rai, B. (2021). *In vitro* evaluation of fungicides, botanicals and bio-agents against the maydis leaf light disease of maize caused by *Helminthosporium maydis*. The Pharma Innovation Journal, 10 (6): 399-406.
- MAG. (2020). Mag web site. Obtenido de sipa.agricultura.gob.ec: <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/sipa-estadisticas/estadisticas-productivas>
- Sánchez, M; Moreno, L; Páramo, L. (2021). Identificación morfológica y molecular de especies autóctonas *Trichoderma sp.*, aisladas de suelos de importancia agrícola. Revista de ciencia y tecnología El Higo, 11(01), pp. 26-42.
- SIPA. (15 de Abril de 2021). Ministerio de Agricultura y Ganadería. Obtenido de Ministerio de Agricultura y Ganadería Web site: <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/sipa-estadisticas/estadisticas-productivas>
- Vázquez, J. (2010). Caracterización microbiológica y producción de *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma viride* en cultivo artesanal. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá – Colombia.