

Artículo de investigación

Antagonismo de *Trichoderma* spp. con *Fusarium* spp., para posterior masificación en arroz como agente biocontrolador

Antagonism of *Trichoderma* spp. with *Fusarium* spp., for its later mass production in rice as biocontrol agent

Belén Itatí Giménez Mieres^{*ID}, Cynthia Meaurio^{ID}, Ana Victoria Barrios^{ID}

Universidad Nacional de Itapúa, Facultad de Ciencias y Tecnología, Encarnación, Paraguay

*Autor de correspondencia: Belén Itatí Giménez Mieres; belengimenez003@facyt.uni.edu.py

Recibido: 25/08/2025 **Aceptado:** 28/12/2025

Resumen

Trichoderma spp. es un grupo de hongos benéficos presentes en el suelo, que ha demostrado potencial como agente de biocontrol. El objetivo de este trabajo fue determinar la eficacia de *Trichoderma* spp. como agente biológico en control de *Fusarium* spp. y su masificación en arroz para aplicaciones agrícolas. Se aislaron cepas nativas de *Trichoderma* spp. a partir de muestras de suelo y se identificaron mediante características morfológicas. Se evaluó el antagonismo *in vitro* con medio PDA, midiendo la inhibición del crecimiento micelial de *Fusarium* spp. con *Trichoderma* spp. a 28 °C. Para la masificación, se utilizó arroz como sustrato, el cual se inoculó y se incubó en condiciones controladas. Los resultados mostraron una inhibición significativa del crecimiento de *Fusarium* spp., alcanzando porcentajes superiores al 70% a las 72 horas. La colonización de *Trichoderma* spp. en el arroz fue homogénea, con esporulación visible y color verde característico. Este estudio demuestra que la utilización de *Trichoderma* spp. puede proporcionar una alternativa efectiva y sostenible para el control de *Fusarium* spp., logrando una inhibición significativa en su crecimiento *in vitro* y confirmando la viabilidad del arroz como sustrato económico para la producción de inóculo en condiciones controladas.

Palabras clave: *Trichoderma* spp., antagonismo, *Fusarium* spp., masificación.

Abstract

Trichoderma spp. is a group of beneficial soil fungi that has shown potential as a biocontrol agent. The object of this study was to determine the effectiveness of *Trichoderma* spp. as a biological agent for controlling *Fusarium* spp., and its mass production in rice for agricultural applications. Native strains of *Trichoderma* spp. were isolated from soil samples and identified based on morphological characteristics. The *in vitro* antagonism was evaluated on PDA medium by measuring the inhibition of *Fusarium* spp. mycelial growth by *Trichoderma* spp. at 28 °C. For mass production, rice was used as a substrate, which was inoculated and incubated

under controlled conditions. The results showed significant inhibition of *Fusarium* spp. growth, reaching percentages above 70% after 72 hours. *Trichoderma* spp. colonization on rice was homogeneous, with visible sporulation and the characteristic green coloration. This study demonstrates that the use of *Trichoderma* spp. can provide an effective and sustainable alternative for controlling *Fusarium* spp., achieving significant inhibition of its in vitro growth and confirming rice as an economical and viable substrate for inoculum production under controlled conditions.

Keywords: *Trichoderma* spp., antagonism, *Fusarium* spp., massification.

1. Introducción

El género *Trichoderma* constituye un grupo de hongos filamentosos ampliamente distribuidos en suelos agrícolas, reconocidos por su capacidad como agentes de control biológico frente a patógenos fúngicos como *Fusarium* spp. Su eficacia deriva de mecanismos como la antibiosis, mediante la producción de metabolitos antimicrobianos y el micoparasitismo, en el cual, este hongo parasita y se alimenta de otros hongos patógenos (1, 2).

Trichoderma spp. produce compuestos como la 6-pentil- α -pirona, un metabolito con propiedades antibióticas y antifúngicas que contribuye a inhibir el crecimiento de patógenos como *Fusarium* spp. Además, estimula las defensas naturales de las plantas, promoviendo la producción de enzimas y sustancias que fortalecen su resistencia frente a diversas enfermedades, estimula un crecimiento más rápido de las raíces, lo que ayuda a la planta a soportar mejor las situaciones de estrés y favorece su desarrollo general, así como la activación de mecanismos de resistencia (3). En lugar de actuar directamente sobre los microorganismos dañinos, estos procesos potencian las defensas fisiológicas y bioquímicas propias de la planta (4). Estos atributos los posicionan como alternativas sostenibles a los fungicidas químicos, representando más del 60% de los biofungicidas registrados a nivel global (1).

Este organismo está presente de manera natural en la mayoría de los terrenos dedicados a la agricultura. Destaca por su gran habilidad para adaptarse a distintos entornos, su elevada capacidad de reproducción y su destreza para colonizar las raíces (5). Además, posee una notable plasticidad ecológica y contribuye a estimular el crecimiento de los cultivos. Actúa como un activador de la resistencia general de las plantas y puede parasitar una amplia variedad de hongos que son patógenos para las plantas (6).

El aislamiento de cepas nativas se realiza desde la rizósfera, donde el hongo *Trichoderma* establece interacciones simbióticas con las raíces. Para su aislamiento y crecimiento, los protocolos estandarizados emplean técnicas de siembra en PDA (Agar Papa Dextrosa), el cual es un medio que se puede obtener comercialmente o prepararlo en el laboratorio (7).

Macroscópicamente, *Trichoderma* spp. se caracteriza por presentar un crecimiento micelial aterciopelado cuyo color varía del blanco al verde, dependiendo del tiempo de incubación. Además, la forma de crecimiento del micelio es un factor importante para su identificación, ya que algunas especies muestran un crecimiento radial (8).

La evaluación del potencial biofungicida requiere pruebas de enfrentamiento dual en placas de Petri, donde se mide la inhibición del crecimiento de patógenos como *Fusarium* spp. tras 72-96 horas de co-cultivo.

La masificación de cepas promisorias implica fermentación líquida o sólida, optimizando parámetros como pH (4.8), tipo de inóculo (suspensiones de esporas) y sustratos económicos (ej. residuos agrícolas). Este proceso permite obtener formulaciones estables para aplicación agrícola, consolidando a *Trichoderma* como un pilar en el manejo integrado de enfermedades. El objetivo de este trabajo fue determinar la eficacia de *Trichoderma* spp. aislado del suelo como agente biológico para el control de *Fusarium* spp. y su masificación en sustrato de arroz para futuras aplicaciones agrícolas.

2. Materiales y Métodos

2.1. Muestreo del suelo

Las muestras de suelo fueron obtenidas de la rizosfera (5-10 cm de profundidad) mediante el uso de espátula estéril, recolectada en un campo privado destinado a la siembra de maíz. La ubicación geográfica corresponde a latitud y longitud 27°15'14.5"S 55°42'13.2"W. En el lugar se tomaron dos muestras de diferentes puntos de la propiedad con una distancia de 400 m una de otra. Los recipientes utilizados fueron estériles y herméticos y las muestras se mantuvieron a 4 °C durante 48 h para evitar la proliferación microbiana hasta el momento de su utilización (7).

*2.2. Aislamiento *Trichoderma* spp.*

Los procedimientos se realizaron en el laboratorio de microbiología de la Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Nacional de Itapúa.

El medio de cultivo PDA fue preparado utilizando 500 mL de agua destilada, 125 g de papa sin pelar, 7 g de dextrosa y 15 g de agar-agar. Fue esterilizado en autoclave a 121°C durante 15 min. Utilizando un termómetro y observando que la temperatura descendió a 50°C y antes de la gelificación, se añadió el antibiótico cloranfenicol diluido en etanol al 96% a una concentración de 500 mg por litro de PDA (7). Inmediatamente después de la adición del antibiótico, se realizó una agitación y el medio se vertió en placas de Petri para su solidificación (2). El antibiótico fue agregado para evitar el crecimiento de bacterias no deseadas en las placas. La siembra fue realizada mediante estriado superficial, bajo condiciones de aerobiosis, sin requerimiento de CO₂.

Para la identificación de *Trichoderma* spp. se utilizaron claves taxonómicas clásicas, especialmente la de Rifai (1969), como se citó en Romero (2009) (9), para comparar las características observadas con descripciones de especies conocidas. Se buscaron colonias verdes en diferentes tonalidades (verde brillante, verde olivo, verde claro o azul-verdoso), que se intensifican a medida que madura la colonia (10).

2.3. Prueba de Antagonismo con *Fusarium* spp.

La cepa aislada de *Fusarium* spp. fue donada por el laboratorio de Biología Molecular de la Facultad de Ciencias y Tecnología.

Las placas de Petri fueron preparadas con medio PDA estéril, vertiéndose 10 mL por placa y permitiendo la solidificación a temperatura ambiente. Se utilizaron placas de 6 cm de diámetro, con micelio activo de ambos hongos, los cuales fueron extraídos de cultivos previamente incubados durante 5 d en PDA.

Trichoderma spp. y *Fusarium* spp. fueron sembrados en extremos opuestos de una placa de PDA, a 1 cm del borde, trazando una línea en el medio por la parte posterior para facilitar su control (7).

En la placa control, únicamente *Fusarium* spp. fue sembrado para comparar su crecimiento en ausencia del antagonista.

Las placas fueron incubadas a 28°C en condiciones aerobias, observándose diariamente el crecimiento micelial de *Fusarium* spp. en presencia y ausencia de *Trichoderma* spp. Se registró el momento de contacto entre las colonias. El crecimiento de la colonia se evaluó en el medio PDA utilizando un calibrador vernier y las medidas fueron utilizadas para realizar el análisis estadístico.

Se observó el crecimiento de la colonia en medios de cultivo PDA (Papa Dextrosa Agar), evaluando el color, textura y velocidad de crecimiento.

El porcentaje de inhibición micelial fue calculado mediante la fórmula:

$$PICR = \frac{C-T}{T} \times 100 \quad (\text{Ec. 1})$$

Donde: PICR= porcentaje de inhibición de crecimiento radial; C= crecimiento radial (mm) del patógeno sin *Trichoderma* spp., T= crecimiento radial (mm) del patógeno con *Trichoderma* spp. Un porcentaje elevado es indicativo de fuerte antagonismo (8, 11, 12).

2.4. Producción masiva de *Trichoderma* spp. en arroz

Se seleccionó arroz previamente lavado con agua potable para eliminar impurezas. Posteriormente, el arroz fue dejado en reposo en agua durante 15 min para su hidratación. Transcurrido este tiempo, el excedente de agua fue retirado mediante un colador y el arroz fue esterilizado en matraces Erlenmeyer en autoclave a 121 °C durante 15 min. Se retiró de la autoclave para que baje la temperatura del sustrato (13).

Una vez que descendió la temperatura se trabajó en cámara de flujo laminar y el arroz fue cargado en bolsas con cierre hermético tipo Zip, agregando 250 g de arroz hidratado en cada

bolsa. Para la masificación de *Trichoderma* spp. en dicho sustrato, se utilizó una de las placas con PDA que contenía el microorganismo; la mitad del agar fue cortada y agregada directamente a cada bolsa, agitándose para que las esporas de *Trichoderma* spp. se distribuyan por todo el interior de la bolsa (10).

Las bolsas fueron dejadas en reposo en una estufa a oscuras a 28 °C durante 3 d en condiciones herméticas, abriendo una vez al día una pequeña parte de la bolsa bajo el flujo laminar para facilitar la aireación y permitir así el desarrollo del microorganismo.

2.5. Análisis estadístico

El crecimiento micelial de *Fusarium* spp. (mm) a las 72 h, en los grupos control y tratado con *Trichoderma* spp. fue analizado en software Jamovi (versión 2.6.26). Se evaluó la normalidad con la prueba de Shapiro-Wilk. Se aplicó la prueba t para muestras independientes, (T de Welch) para comparar ambos grupos, considerando un nivel de significancia de $p < 0.01$.

3. Resultados y Discusión

3.1. Aislamiento e identificación de *Trichoderma* spp.

Se logró aislar *Trichoderma* spp. a partir de muestras de suelo provenientes de la rizosfera en dos sitios distintos. Las colonias presentaron características morfológicas típicas, con crecimiento y esporulación verde clara, lo que permitió su identificación preliminar como *Trichoderma* spp.

El aislamiento exitoso de *Trichoderma* a partir de suelos agrícolas y domésticos confirma la amplia distribución y adaptabilidad de este género en diversos ambientes, lo que facilita su uso en estrategias de manejo integrado de enfermedades (12).

Trichoderma spp. se encuentra frecuentemente en la zona cercana a las raíces de diferentes cultivos, demostrando una gran adaptabilidad al medio ambiente y una notable habilidad para competir con otros microorganismos presentes en el suelo (14).

3.2. Prueba de antagonismo con *Fusarium* spp.

En la figura 1 se observa el crecimiento de *Trichoderma* spp. y *Fusarium* spp. en las placas de petri. La *Trichoderma* spp. mostró un crecimiento rápido y competitivo frente a *Fusarium* spp., inhibiendo significativamente el desarrollo micelial del patógeno. El contacto entre ambos hongos ocurrió entre los días 2 y 3 de incubación, momento en el que se observó una clara reducción del área de crecimiento de *Fusarium* spp. en comparación con el control sin antagonista. Estos resultados evidencian la capacidad antagonista del aislado de *Trichoderma* spp., posiblemente mediada por mecanismos como competencia por espacio y nutrientes, producción de metabolitos inhibitorios y micoparasitismo.

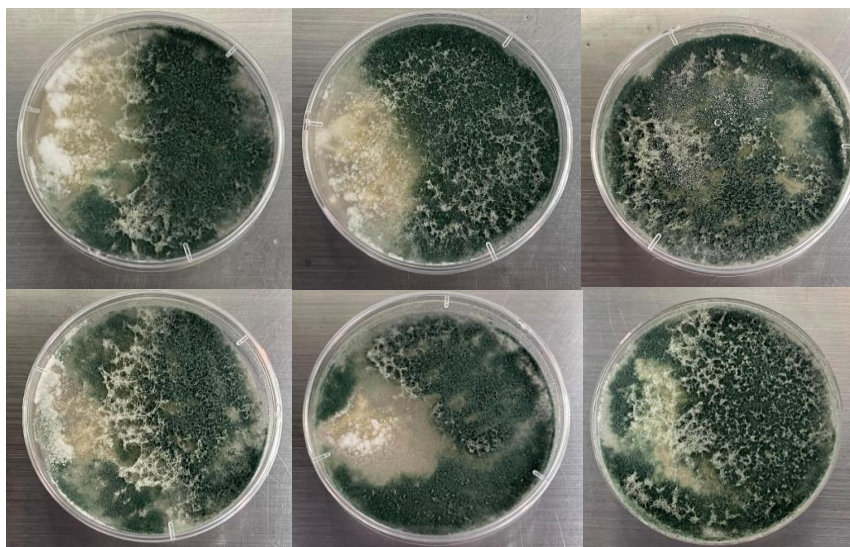


Figura 1. Antagonismo entre *Trichoderma* spp. y *Fusarium* spp. a las 72 h

Los resultados obtenidos en este estudio confirman la eficacia de *Trichoderma* spp. como agente biocontrolador frente a *Fusarium* spp., alineándose con investigaciones recientes que destacan el potencial antagonista de diversas especies de *Trichoderma* en diferentes cultivos y condiciones de laboratorio (15).

En las pruebas de antagonismo *in vitro*, se observó una inhibición del crecimiento de *Fusarium* spp., lo que coincide con estudios que reportan porcentajes de inhibición superiores al 60% en ensayos similares, especialmente con especies como *T. harzianum*, *T. atroviride* y *T. asperellum* (16).

Los resultados aquí presentados son consistentes con investigaciones recientes que reportan la capacidad de *Trichoderma* spp. para reducir la incidencia de enfermedades causadas por *Fusarium* en diferentes cultivos, como arroz, guisante, soja y cereales. Por ejemplo, se ha documentado que la aplicación de *Trichoderma* puede disminuir la incidencia de la marchitez por *Fusarium* hasta en un 72%, además de reducir la producción de micotoxinas peligrosas como deoxinivalenol y zearalenona (17).

En la tabla 1 se presentan los resultados de los porcentajes de inhibición de crecimiento micelial obtenidos (Ec. 1).

Tabla 1. Porcentaje de inhibición de crecimiento micelial

Placas	% 48h	% 72h
1	63.46	73.38
2	47.31	63.67
3	85.01	94.02
4	70.52	79.14
5	39.59	63.96
6	82.31	88.92

La mayoría de las investigaciones señalan que el porcentaje de inhibición del crecimiento radial (PICR) de *Fusarium* por *Trichoderma* supera habitualmente el 50% en cultivos duales *in vitro*. Se han documentado valores de inhibición que van desde el 16% hasta cifras superiores al 90%, dependiendo de la cepa utilizada (18).

3.3. Análisis estadístico

En la Tabla 2 se observa que no fue posible evaluar la normalidad en el grupo Control (N=1). Para el grupo Tratamiento (N=6), la prueba de Shapiro-Wilk (W=0.878, p=0.258) indica que los datos cumplen con el supuesto de normalidad (p>0.05), requerido para análisis estadísticos paramétricos.

Tabla 2. Estadística descriptiva

Grupo	N	Media	Mediana	DE	Mín	Máx	Shapiro-Wilk	
							W	P
Control	1	27.80	27.80	0.00	27.80	27.8	NaN	NaN
Tratamiento	6	6.60	6.60	3.14	3.08	10.1	0.878	0.258

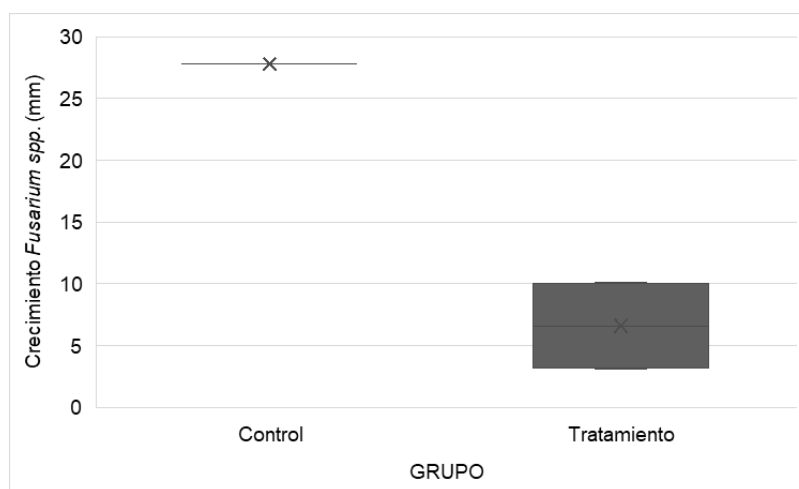


Figura 2. Crecimiento de *Fusarium* spp. control y *Fusarium* spp. con el antagonista.

Las pruebas presentadas en la Tabla 3 muestran diferencias significativas entre los grupos para el crecimiento (p < 0.001 en todas las pruebas).

Tabla 3. Prueba t para Muestras Independientes

		Estadístico	gl	P
Crecimiento <i>Fusarium</i> spp. (mm)	T de Welch	16.6	5.00	<.001
H _a μControl ≠ μTratamiento				

Las pruebas estadísticas indicaron que el tratamiento con *Trichoderma* spp. tuvo un efecto significativamente inhibitorio sobre *Fusarium* spp., con un nivel de significancia $p < 0.001$, lo que indica un efecto biocontrolador significativo.

3.4. Masificación de *Trichoderma* spp. en arroz

La inoculación con el hongo sobre el sustrato de arroz esterilizado permitió su colonización homogénea tras varios días de incubación a 28 °C en oscuridad. La esporulación fue visible a simple vista, con un color verde característico que indica un buen desarrollo del hongo en el sustrato. Esta masificación confirma la viabilidad del arroz como medio económico y efectivo para la producción de inóculo viable de *Trichoderma* spp.

La masificación de *Trichoderma* spp. en arroz, como se realizó en este trabajo, ha demostrado ser una estrategia eficiente y económica para la producción de inóculo viable, facilitando su aplicación a escala agrícola.

Diversos estudios recientes han evaluado diferentes sustratos para la multiplicación masiva de *Trichoderma*, encontrando que el arroz y sus derivados (arroz integral, salvado de arroz) permiten una colonización homogénea y una alta esporulación, aunque otros sustratos como sorgo y mijo también muestran buenos resultados (19).

Asimismo, el uso de preparados de *Trichoderma* elaborados a partir de arroz ha mostrado una mayor eficiencia en comparación con ciertos fungicidas comerciales para proteger cultivos como garbanzo y trigo, logrando aumentar la producción y disminuir la intensidad de las enfermedades (20).

La elección del sustrato depende de la disponibilidad local y el costo, pero el arroz sigue siendo una opción ampliamente utilizada por su accesibilidad y eficacia.



Figura 3. Masificación de *Trichoderma* spp. en arroz a las 72 h

4. Conclusiones

La investigación confirma que *Trichoderma* spp. aislado del suelo posee un fuerte efecto antagonista contra *Fusarium* spp., evidenciado por una alta inhibición del crecimiento micelial en condiciones *in vitro*. Además, la masificación del hongo en sustrato de arroz demostró ser una estrategia eficiente y económica para producir inóculo viable, facilitando su aplicación a

escala agrícola. Estos resultados sustentan el uso de *Trichoderma* spp. como un biocontrolador sostenible y una alternativa prometedora para la gestión integrada de enfermedades fúngicas en cultivos, promoviendo la reducción del uso de fungicidas químicos y contribuyendo a prácticas agrícolas más amigables con el ambiente.

Contribución de los autores: Conceptualización, B. G., C. M., y A. B.; diseño metodológico, B. G.; aplicación de instrumentos, B. G.; análisis de datos, C. M.; redacción y preparación del manuscrito, B. G., C. M., y A. B.

Conflicto de interés: Los autores declaran que no existe ningún conflicto de interés con respecto a la publicación de este artículo.

Agradecimientos: A todo el equipo humano del Laboratorio de Biología Molecular de la Facultad de Ciencias y Tecnología por la colaboración en este proyecto.

Bibliografía

1. HERNÁNDEZ-MELCHOR, D.J., FERRERA-CERRATO, R., ALARCÓN, A.. *Trichoderma*: Importancia agrícola, biotecnológica, y sistemas de fermentación para producir biomasa y enzimas de interés industrial. *Chilean journal of agricultural & animal sciences* [en línea]. 2019. Vol. 35, no. 1, p. 98-112. [Consulta: 10 julio 2025]. DOI 10.4067/S0719-38902019005000205. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0719-38902019000100098&lng=es&nrm=iso&tlng=es
2. ALBRECHT ENCINA, A.B., ALBRECHT ENCINA, M.L., MORÍNIGO, K.B., ZAPATA MONTES, N.J., REBRUK, R. y PANIAGUA, N.G. Producción artesanal de *Trichoderma* spp. para posible uso en el control biológico sostenible en huertas Artesanal production of *Trichoderma* spp. for possible use in sustainable biological control in orchards. *Revista sobre estudios e investigaciones del saber académico*,. 2023. Vol. 17. DOI <https://doi.org/10.70833/rseisa17item255>.
3. ASGHAR, W., CRAVEN, K.D., KATAOKA, R., MAHMOOD, A., ASGHAR, N., RAZA, T. y IFTIKHAR, F. The application of *Trichoderma* spp., an old but new useful fungus, in sustainable soil health intensification: A comprehensive strategy for addressing challenges. *Plant Stress* [en línea]. 1 junio 2024. Vol. 12, p. 100455. [Consulta: 11 julio 2025]. DOI 10.1016/J.STRESS.2024.100455. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2667064X2400109X>
4. BALLESTEROS, D.Á. *Evaluación de los Niveles de Inhibición del Extracto Crudo de Trichoderma sp. Sobre el Crecimiento in vitro y en Frutos de Durazno del Hongo Monilinia sp. Causante de la Podredumbre Morena en Durazno*. Universidad de Santander, 2023.

5. MATAS BACA, M.Á., FLORES-CÓRDOVA, M.A., PÉREZ ÁLVAREZ, S., RODRÍGUEZ ROQUE, M.J., SALAS SALAZAR, N.A., SOTO CABALLERO, M.C., SÁNCHEZ CHÁVEZ, E. Hongos *Trichoderma* como control biológico agrícola en México. *Revista Chapingo. Serie horticultura* [en línea]. 1 septiembre 2023. Vol. 29, no. 3, p. 79-114. [Consulta: 11 julio 2025]. DOI 10.5154/R.RCHSH.2022.11.015. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1027-152X2023000300079&lng=es&nrm=iso&tlng=es
6. CUCU, M.A., GILARDI, G., PUGLIESE, M., GULLINO, M.L. y GARIBALDI, A. An assessment of the modulation of the population dynamics of pathogenic *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* in the tomato rhizosphere by means of the application of *Bacillus subtilis* QST 713, *Trichoderma* sp. TW2 and two composts. *Biological Control* [en línea]. 1 marzo 2020. Vol. 142, p. 104158. [Consulta: 9 julio 2025]. DOI 10.1016/J.BIOCONTROL.2019.104158. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1049964419306528?via%3DiHub>
7. ACURIO VÁSCONEZ, R.D. y ESPAÑA IMBAQUINGO, C.K. Aislamiento, caracterización y evaluación de *Trichoderma* spp. como promotor de crecimiento vegetal en pasturas de raygrass (*Lolium perenne*) y trébol blanco (*Trifolium repens*). *La Granja*. 31 diciembre 2016. Vol. 25, no. 1, p. 53. DOI 10.17163/LGR.N25.2017.05.
8. CARRERA PARRA, A. *Uso de Trichoderma sp como agente biocontrolador de Botrytis cinerea en una plantación de fresa (Fragaria sp) ubicada en la Parroquia Valparaíso Cantón Guano*. Facultad de Ingeniería Ambiental, 2022.
9. ROMERO-ARENAS, O., HUERTA LARA, M., ANGEL DAMIÁN HUATO, M., DOMÍNGUEZ HERNÁNDEZ, F. y ALFONSO ARELLANO VICTORIA, D. *The characteristics of Trichoderma harzianum as a limiting agent in edible mushrooms*. 2009.
10. SANABRIA VELÁZQUEZ, A.D. Evaluación de aislados de *Trichoderma* spp. nativos del Paraguay para el control de *Colletotrichum* spp. causante de la antracnosis en frutilla. *Investigación Agraria*. 30 junio 2020. Vol. 22, no. 1, p. 53-62. DOI 10.18004/investig.agrar.2020.junio.53-62.
11. CARRERA PARRA, A.B. *Uso de Trichoderma sp como agente biocontrolador de Botrytis cinerea en una plantación de fresa (Fragaria sp) ubicada en la Parroquia Valparaíso Cantón Guano*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2022.
12. FLEITAS QUIÑÓNEZ, R.V., FLORES GIUBI, M.E. y BARÚA CHAMORRO, J.E. *Aislamiento biodirigido de un metabolito implicado en la antibiosis de un aislado de Trichoderma spp. contra hongos fitopatógenos*. 2018.
13. MICHEL-ACEVES, A.C., OTERO-SÁNCHEZ, M.A., MARTÍNEZ-ROJERO, R.D., RODRÍGUEZ-MORÁN, N.L., ARIZA-FLORES, R. y BARRIOS-AYALA, A. Producción masiva de *Trichoderma harzianum* rifai en diferentes sustratos orgánicos. *Revista Chapingo Serie Horticultura*. 2008. Vol. 14, no. 2, p. 185-191.
14. OLOWE, O.M., NICOLA, L., ASEMOLOYE, M.D., AKANMU, A.O., SOBOWALE, A.A. y BABALOLA, O.O. Characterization and antagonistic potentials of selected rhizosphere *Trichoderma* species against some *Fusarium* species. *Frontiers in Microbiology*. 3 octubre 2022. Vol. 13. DOI 10.3389/fmicb.2022.985874.

15. SEFER, Ö., ÖZSOY, E., YÖRÜK, E. y ÖZKALE, E. Determining the biocontrol capacities of *Trichoderma* spp. originating from Turkey on *Fusarium culmorum* by transcriptional and antagonistic analyses. *Frontiers in Fungal Biology* [en línea]. 13 noviembre 2023. Vol. 4, p. 1278525. [Consulta: 9 julio 2025]. DOI 10.3389/FFUNB.2023.1278525/BIBTEX. Disponible en: <https://trichoderma.info/>
16. CHEN, J., ZHOU, L., DIN, I.U., ARAFAT, Y., LI, Q., WANG, J., WU, T., WU, L., WU, H., QIN, X., POKHREL, G.R., LIN, S. y LIN, W. Antagonistic Activity of *Trichoderma* spp. Against *Fusarium oxysporum* in Rhizosphere of *Radix pseudostellariae* Triggers the Expression of Host Defense Genes and Improves Its Growth Under Long-Term Monoculture System. *Frontiers in Microbiology* [en línea]. 15 marzo 2021. Vol. 12, p. 579920. [Consulta: 11 julio 2025]. DOI 10.3389/FMICB.2021.579920/BIBTEX. Disponible en: www.frontiersin.org
17. CHOCHAN, S.A., AKBAR, M. y IQBAL, U. *Trichoderma* based formulations control the wilt disease of chickpea (*Cicer arietinum* L.) caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris*, better when inoculated as consortia: findings from pot experiments under field conditions. *PeerJ* [en línea]. 2024. Vol. 12, no. 8, p. e17835. [Consulta: 11 julio 2025]. DOI 10.7717/PEERJ.17835/SUPP-4. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11340631/>
18. MARTÍNEZ-MARTÍNEZ, T.O., GUERRERO-AGUILAR, B.Z., PECINA-QUINTERO, V., RIVAS-VALENCIA, P., GONZÁLEZ-PÉREZ, E., ANGELES-NÚÑEZ, J.G. Antagonismo de *Trichoderma harzianum* contra la fusariosis del garbanzo y su efecto biofertilizante. *Revista mexicana de ciencias agrícolas* [en línea]. 7 agosto 2020. Vol. 11, no. 5, p. 1135-1147. [Consulta: 10 julio 2025]. DOI 10.29312/REMEXCA.V11I5.2325. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342020000501135&lng=es&nrm=iso&tlng=es
19. SANGLE, U.R., CHINCHURE, S.S., MESHRAM, D.T. y DHINESH BABU, K. Effect of nutrient combinations of cheaper organic substrates on the mass multiplication of virulent isolates of *Trichoderma* spp. *Journal of Pure and Applied Microbiology*. 1 marzo 2017. Vol. 11, no. 1, p. 359-365. DOI 10.22207/JPAM.11.1.46.
20. MULATU, A., ALEMU, T., MEGERSA, N. y VETUKURI, R.R. Optimization of Culture Conditions and Production of Bio-Fungicides from *Trichoderma* Species under Solid-State Fermentation Using Mathematical Modeling. *Microorganisms* 2021, Vol. 9, Page 1675 [en línea]. 6 agosto 2021. Vol. 9, no. 8, p. 1675. [Consulta: 12 julio 2025]. DOI 10.3390/MICROORGANISMS9081675. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2076-2607/9/8/1675/htm>