



Esta obra está bajo una **Licencia Creative Commons**
Atribución/reconocimiento-NoComercial-Compartirigual 4.0 internacional

Efecto de una cepa de *Trichoderma harzianum* (TH 118)
sobre el crecimiento y desarrollo de plantas de brócoli (*Brassica oleracea* var. *Italica* p.)
Mariano Castro Berman, Leonardo Fernández, Julián Sánchez Magariños, Marina Stocco,
Jorgelina Rolleri, Cecilia Mónaco
Investigación Joven, (11), Ciencias Naturales, 2024
DOI: <https://doi.org/10.24215/23143991e002>
ISSN 2314-3991 | <https://revistas.unlp.edu.ar/InvJov/index>
Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales
La Plata, Buenos Aires, Argentina

EFFECTO DE UNA CEPA DE *TRICHODERMA HARZIANUM* (TH118) SOBRE EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE PLANTAS DE BRÓCOLI (*BRASSICA OLERACEA* VAR. *ITALICA* P.)

EFFECT OF *TRICHODERMA HARZIANUM* STRAIN (TH 118) ON GROWTH AND PROMOTION OF BROCCOLI PLANTS (*BRASSICA OLERACEA* VAR. *ITALICA* P.)

Mariano Castro Berman¹³
castrobermanm.94@gmail.com
<http://orcid.org/0009-0008-9714-8699>

Leonardo Fernández¹³
leo12fernandez@hotmail.com
<http://orcid.org/0009-0005-0431-4511>

Julián Sánchez Magariños¹³
juliansanchezmagarinos@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0000-1217-2203>

Marina Stocco¹²
marinacstocco@gmail.com
<http://orcid.org/0009-0004-6764-8976>

Jorgelina Rolleri¹²
jorgelinaroller@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0007-6755-4015>

Cecilia Mónaco¹²
cecilia.monaco7@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-3190-9260>

- 1 | Universidad Nacional de La Plata (Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales), Argentina
- 2 | Centro de Investigaciones de Fitopatología (CIDEFI)
- 3 | Carrera de Ingeniería Agronómica

RESUMEN

El uso de antagonistas microbianos para el manejo integrado de enfermedades constituye una alternativa viable para conseguir aumentos significativos en los rendimientos. En este sentido, los objetivos de este trabajo fueron: i) Evaluar el efecto de *Trichoderma harzianum* (Th118) sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas en un cultivo de brócoli e ii) evaluar si es necesario el refuerzo de una segunda aplicación durante el ciclo del cultivo para lograr un mayor crecimiento de las plantas. Para ello, se realizó un ensayo en la Estación Experimental de Gorina. Se utilizó un invernáculo comercial de 10 x 30 m², el cual se organizó en cuatro bloques con los tratamientos alternados entre sí. Las bandejas con los plantines de brócoli fueron sumergidas en una suspensión de conidios de la cepa de *T. harzianum* durante 40 minutos, generando riego por ascenso capilar. Los tratamientos fueron los siguientes: T1: Plantines de brócoli sin tratamiento (testigo); T2: plantines de brócoli tratados con *T. harzianum* (Th118) incorporado como suspensión de esporas, con una sola aplicación durante el ciclo de cultivo en estado de plántula; T3: dosis de refuerzo de *T. harzianum* (Th118) incorporado como líquido en suelo sobre el cultivo en estado V6. Los resultados indican que el tratamiento con una dosis de *T. harzianum* presentó los mayores valores de peso fresco y de diámetro de la inflorescencia diferenciándose del resto de los tratamientos. Esto nos está indicando que no es necesaria una dosis de refuerzo para mejorar el crecimiento de las plantas.

PALABRAS CLAVE: antagonistas, promoción del crecimiento, biocontrol.

ABSTRACT

The use of microbial antagonists for integrated disease management constitutes a viable alternative to achieve significant increases in yields. In this sense, the objectives of this work were: i) to evaluate the effect of *Trichoderma harzianum* (Th118) on plant growth and development in a broccoli crop and ii) to evaluate whether a second application during the crop cycle is necessary to improve plant growth. To do this, a test was carried out at the Gorina Experimental Station. A commercial greenhouse of 10 x 30 m² was used, which was organized into four blocks with the treatments alternating with each other. The trays with the broccoli seedlings were immersed in a suspension of conidia of the *T. harzianum* strain for 40 minutes, generating irrigation by capillary rise. The treatments were the following: T1: broccoli seedlings without treatment (control); T2: broccoli seedlings treated with *T. harzianum* (Th118) incorporated as a spore suspension, with a single application during the crop cycle at the seedling stage; T3: booster dose of *T. harzianum* (Th118) incorporated as a liquid in soil on the crop at V6 stage. The results indicate that the treatment with a dose of *T. harzianum* presented the highest values and of fresh weight and diameter of the inflorescence; this treatment differs statistically from the others. This is telling us that a booster dose is not necessary to improve plant growth.

KEYWORDS: antagonists, growth promotion, biocontrol.

INTRODUCCIÓN

La producción sustentable de alimentos sin perjudicar el ambiente es un desafío para la sociedad que requiere transformar los sistemas convencionales de explotación agraria a

agroecológicos. Por este motivo, la utilización de antagonistas microbianos para el manejo integrado de enfermedades, constituye una alternativa viable para conseguir aumentos significativos en los rendimientos, calidad de los cultivos y reducir el impacto negativo de los agroquímicos sintéticos en el ambiente (Companioni González et al., 2019). Estos antagonistas, actúan en forma directa sobre los patógenos evitando que provoquen enfermedades en las plantas y en forma indirecta sobre la planta, estimulando su crecimiento (Hernández-Melchor et al., 2019).

Los beneficios que presenta el uso de microorganismos en la agricultura pueden concretarse de la siguiente manera: fitoestimulantes, estimulan la germinación de las semillas y el enraizamiento por la producción de reguladores del crecimiento, vitaminas y otras sustancias y Biofertilizantes, incrementan el suministro de los nutrientes por su acción sobre los ciclos biogeoquímicos, tales como la fijación de N₂, la solubilización de elementos minerales o la mineralización de compuestos orgánicos.

En este sentido, las especies del género *Trichoderma* son hongos ubicuos cuya importancia se encuentra en su capacidad de adaptación y producción de enzimas, metabolitos promotores de crecimiento vegetal, y compuestos volátiles, entre otros, de gran importancia biotecnológica y ambiental (Hernández-Melchor et al., 2019). *Trichoderma* sp. predomina en ecosistemas terrestres como bosques o suelos agrícolas, poseen poco requerimiento nutricional y crecen en un amplio rango de temperatura (25-30°C) (Sandle, 2014). Tienen alta adaptabilidad a diferentes condiciones ecológicas, pueden crecer de manera saprotrófica e interactúan con animales y vegetales (Zeilinger et al., 2016). Una gran cantidad de las especies de este género están asociadas con la rizósfera de plantas, por lo que pueden promover el crecimiento y desarrollo de las plantas, mediante la producción de auxinas y giberelinas (Torres-De la Cruz et al., 2015; Sharma et al., 2017).

En estudios realizados en Argentina, se comprobó que las especies de *Trichoderma* poseen distintos roles en la agricultura por lo que alrededor de 50 grupos de investigadores y docentes, que representan a varias universidades e institutos de investigación de nuestro país, están trabajando en diferentes formas de aplicaciones de este antagonista como biocontrolador. Hasta la actualidad se describieron cerca de 10 especies de *Trichoderma* con capacidad antagónica frente a diferentes fitopatógenos, en alrededor de 35 cultivos y para 40 patógenos (Amerio et al., 2020). Amerio et al. (2020) a partir de la información recopilada observaron que *T. harzianum* es la especie más estudiada como agente de control biológico en la Argentina dentro del género *Trichoderma* sp. Las cepas de *T. harzianum* tienen la capacidad de actuar sobre un amplio rango de fitopatógenos a través de sus diversos mecanismos de acción. Las especies de *Trichoderma* pueden promover e incrementar el crecimiento de las plantas y actuar como promotor del crecimiento (Castro da Silva et al., 2012). De acuerdo a Hoyos-Carvajal et al. (2009) el incremento en la producción de biomasa en las plantas de poroto debido a la inoculación con *Trichoderma* spp. puede estar relacionado a la producción de hormonas de crecimiento o análogos.

A esta especie se le atribuye un gran éxito en el mercado mundial de bioinsumos como producto biológico aproximadamente el 50% de los bioproductos registrados son a base de *T. harzianum*. Existen diversos estudios sobre la obtención de bioformulados a base de cepas antagonistas de *Trichoderma* spp. Actualmente alrededor del 90% de los bioinsumos para el biocontrol de hongos fitopatógenos tiene como principio activo las esporas de *Trichoderma* spp. (conidios y clamidosporas) (Pineda Insuasti et al., 2017). Los mayores inconvenientes en el uso y la comercialización de una formulación a base

de propágulos de *Trichoderma* es certificar una forma de aplicación fácil para el productor, disminuir los costos de producción, alcanzar una concentración adecuada de inóculo, con una alta viabilidad de los conidios y conservar la densidad del inóculo una vez aplicado al sustrato, tras un período prolongado (Viera et al., 2018).

En referencia a la capacidad biocontroladora de *Trichoderma* spp. algunos autores han evaluado la efectividad de este antagonista, para controlar *Alternaria* leaf spot y *Pythium* sp. en brócoli con muy buenos resultados (El-Mohamedy, 2012; Khumanthem y Zacharia, 2024). En este sentido, los objetivos de este trabajo fueron: i) Evaluar el efecto de *Trichoderma harzianum* sobre el crecimiento y desarrollo de las inflorescencias en un cultivo de brócoli e ii) evaluar si es necesario el refuerzo de una segunda aplicación del *T. harzianum* durante el ciclo del cultivo para mejorar el crecimiento de las plantas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Preparación del inóculo de *Trichoderma harzianum*

Se utilizó la cepa de *T. harzianum* Th118 (Stocco et al., 2016) que se encuentra caracterizada molecular y morfológicamente y pertenece al cepario: Banco Micológico de especies de *Trichoderma* del Centro de investigación de Fitopatología de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP.

Para la preparación de la suspensión de conidios de *T. harzianum*, se utilizó el bioinsumo que se entrega a los productores en la Biofábrica Escuela de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales (www.agro.unlp.edu.ar/institucional/unidadesdidacticasdeproduccion/biofabricaescuela). Este bioinsumo consiste en 30g de arroz colonizado por *T. harzianum* secados en estufa, entregado en bolsas de polietileno selladas (Sánchez et al., 2024). Este se dispersó en 3 litros de agua destilada en una bandeja plástica. Tras la agitación durante 20 minutos se obtuvo una suspensión de conidios con una concentración de $2,3 \times 10^7$ esporas/ml, el recuento fue realizado con la cámara de Neubauer (Covacevich y Consolo, 2014). Las bandejas con los plantines de brócoli fueron sumergidas en la suspensión durante 40 minutos, generando riego por ascenso capilar. El tratamiento testigo, fue sumergido en agua destilada para igualar la humedad entre los tratamientos (Figura 1 a, b y c).





Figura 1: preparación de la suspensión de esporas de *T. harzianum* para la infestación del sustrato de los plantines. a) Incorporación de 3 l de agua sin cloro al bioproducto a base de *T. harzianum* (Th118). b) Preparación de la suspensión de conidios de *T. harzianum*. c) Bandeja de siembra colocada sobre la suspensión de conidios para la infestación del sustrato. Fuente: propia.

Para la preparación de la dosis de refuerzo, aplicada en estado V6, se sembraron en cajas de Petri con el medio APG (Agar papa glucosado 2%), discos de 5 mm de diámetro de un cultivo de *T. harzianum* de 6 días de edad. Al cabo de una semana, se raspó la superficie de la colonia con una varilla de vidrio estéril junto con el agregado de agua destilada estéril. Las suspensiones se ajustaron con cámara de Neubauer a 6×10^6 conidios/ml. Dentro de las 24 horas de obtenida la suspensión se llevó adelante la aplicación en el invernáculo de 50 ml de esta en cada planta en estado de V6 como dosis de refuerzo.

Recuento de unidades formadoras de colonias por gramo de suelo

Transcurridos 29 días de la aplicación de la segunda dosis sobre el tratamiento 3 (T3) se procedió a realizar un recuento de unidades formadoras de colonias (UFC) de *Trichoderma* sp. sobre muestras de suelo recolectadas de cada tratamiento en cada bloque. El muestreo se realizó al azar, evitando tomar suelo de los primeros 5 cm del lomo de transplante. Cada muestra se formó con submuestras de 50 gramos tomados con una cuchara flameada y depositada en bolsas de papel madera nuevas. El suelo una vez secado a temperatura ambiente fue tamizado para su posterior análisis.

El recuento de UFC/g (Unidades formadoras de Colonias/gramo de suelo) de *Trichoderma* sp se llevó a cabo utilizando el método del suelo diluido en placa, utilizando un medio selectivo para *Trichoderma* sp. (*Trichoderma* Selective Medium o TSM) (Elad et al., 1981), donde 5 g de suelo seco y previamente tamizado fue incorporado a 50 ml de agua destilada estéril (dilución 1:10). Luego de someterla a agitación en un agitador magnético (150 rpm) durante 15 minutos, se tomó de 1 ml de la suspensión y se le adicionaron 9 ml de agua destilada estéril, logrando así una dilución de suelo 1:100. Se continuó con las diluciones en la misma proporción dos veces más para obtener diluciones 1:1000 y 1:10000 sucesivamente. Se tomaron alícuotas de 1 ml desde cada una de las diluciones depositándolas en cajas de Petri. Al mismo tiempo se

fundió el medio de cultivo específico (TSM) y se lo volcó en la placa ya sembrada. Se incubó en estufa a 24-26°C durante 6 días, al cabo de los cuales se realizó el recuento de colonias (unidades formadoras de colonia/g de suelo).

Diseño experimental

El ensayo se llevó a cabo en la Estación Experimental de Gorina, que pertenece al Ministerio de Desarrollo Agrario de la Provincia de Buenos Aires. Se utilizó un invernáculo comercial de 10 x 30 m², el cual se organizó en cuatro bloques con los tratamientos distribuido al azar entre sí (Figura 2).

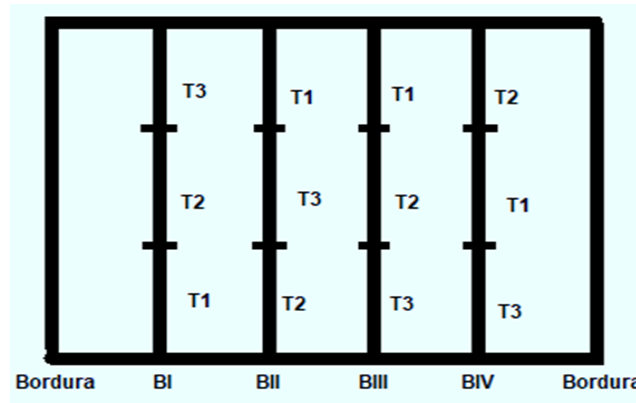
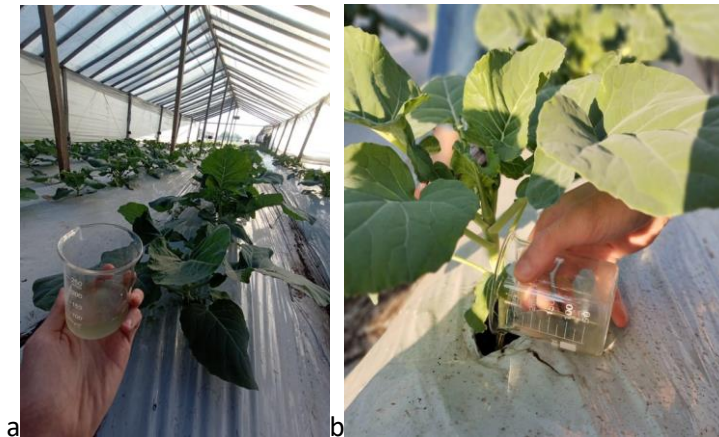


Figura 2: distribución de los bloques y los tratamientos en el ensayo en el invernáculo. Fuente: propia.

Las plantas de brócoli híbrido Imperial, fueron obtenidas a partir de los plantines provenientes de una plantinera comercial (Baby plant SRL). Al estado de dos hojas se trasplantaron a la línea de siembra en el invernáculo, previa inoculación (Figura 3). Los tratamientos fueron los siguientes: T1: Plantines de brócoli sin tratamiento (testigo); T2: plantines de brócoli tratados con *T. harzianum* (Th118) incorporado como suspensión de esporas en la bandeja de siembra (una sola aplicación durante el ciclo de cultivo); T3: plantines de brócoli tratados con *T. harzianum* (Th118) incorporado como suspensión de esporas en la bandeja de siembra y una dosis de refuerzo de *T. harzianum* (Th118) incorporado al suelo sobre el cultivo en estado V6. Se realizaron 4 bloques con 9 plantas por cada tratamiento. Se hicieron 6 lomos, 4 internos con los tratamientos indicados y dos de bordura con plantas sin *Trichoderma* (Figuras 4a y 4b).



Figura 3: transplante de plantines de brócoli, tratados y no tratados en un invernáculo comercial. Fuente: propia.



Figuras 4a y 4b: aplicación de dosis de refuerzo de *T. harzianum* a los 48 días desde el trasplante. Fuente: propia.

A los tres meses desde el trasplante, se realizó la cosecha de la producción recolectando las inflorescencias de cada bloque y tratamiento. Se evaluaron los parámetros de rendimiento, peso en gramos y diámetro (diámetro promedio entre dos medidas perpendiculares) de las inflorescencias cosechadas (Figura 5).



Figura 5: medición del peso y diámetro de las inflorescencias cosechadas en los distintos tratamientos. Fuente: propia.

Análisis estadístico

Los resultados experimentales del diámetro y peso de la inflorescencia medidos fueron sometidos al análisis de la varianza (ANOVA) comparando las medias de los tratamientos mediante la prueba de LSD para un nivel de significancia del 5% ($p \leq 0,05$). Se utilizó el programa estadístico Infostat ® (2020).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Debido a inconvenientes provocados por ciertos factores naturales (invasión de hormigas), el Bloque 2 del ensayo se vio afectado, reduciendo considerablemente su número de plantas y dificultando por lo tanto su evaluación. Por esta razón, se eliminaron los datos de este bloque y no se utilizaron en el análisis estadístico.

El análisis de la varianza para ambos parámetros destacó que el tratamiento con una sola aplicación de *T. harzianum* en la bandeja de siembra (T2) presentó los mayores valores de peso y de diámetro de la inflorescencia de brócoli. Los resultados obtenidos de los

parámetros de rendimiento se resumen en las Figuras 6 y 7. De acuerdo a lo observado, podemos determinar que el tratamiento testigo (T1) no se diferenció estadísticamente del tratamiento con dos dosis de *T. harzianum* (T3) para ambos parámetros de rendimiento. El efecto promotor del crecimiento por cepas de *Trichoderma* spp. fue observado por numerosos autores en plantas hortícolas (Lombardi et al., 2020; Pokhrel et al., 2022; Rodríguez García y Vargas Rojas, 2022).

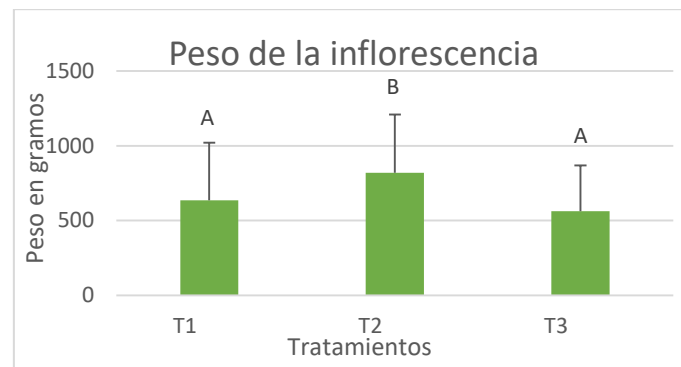


Figura 6: peso fresco en gramos de la inflorescencia de las plantas de brócoli. Columnas seguidas por la misma letra no difieren estadísticamente entre sí ($p \leq 0.05$). Ref: T1: Testigo, T2: con una sola dosis de *T. harzianum* y T3: con dos aplicaciones de *T. harzianum*. Fuente: propia.

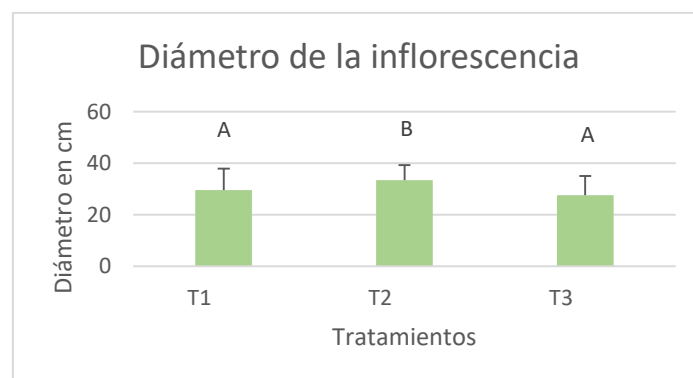


Figura 7: diámetro en cm de la inflorescencia de las plantas de Brócoli. Columnas seguidas por la misma letra no difieren estadísticamente entre sí ($p \leq 0.05$) Ref: T1: Testigo, T2: con una sola dosis de *T. harzianum* y T3: con dos aplicaciones de *T. harzianum*. Fuente: propia.

Con respecto a la población de *T. harzianum* luego de la aplicación de la segunda dosis (dosis de refuerzo), se observó que para el Testigo la población promedio de *Trichoderma* fue 1.916,6 UFC/g de suelo. Para el tratamiento 2 (con una sola aplicación de Th 118) las UFC/gr de suelo, fueron de 11.666 UFC/g de suelo, y el tratamiento 3 (con dos aplicaciones de Th 118) presentó 82.500 UFC/gr de suelo. Acorde a las aplicaciones realizadas en los distintos tratamientos, el tratamiento 3 fue el que mostro la mayor cantidad de UFC por gramo de suelo (Figura 8).

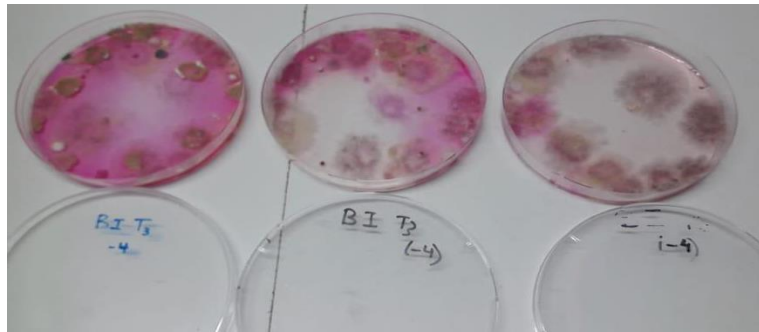


Figura 8: Unidades formadoras de colonia (UFC) por gramo de suelo del tratamiento 3 (con dos aplicaciones de Th118 en la bandeja de siembra y en v6). Fuente: propia.

Por otro lado, se observó también que el tratamiento T1 (testigo) tiene una concentración de *Trichoderma* sp. de 1916,6 UFC/g suelo lo que justificaría su rendimiento aceptable. Esta concentración de *Trichoderma* sp. podría deberse a la población que existe de forma natural en el suelo de la parcela experimental, ya que como se mencionó, este tratamiento no tiene aplicación de *T. harzianum*.

Analizando los resultados de los tratamientos y especialmente el tratamiento con refuerzo (T3), podemos decir que, si bien *Trichoderma* sp. es altamente beneficioso para las plantas, su aplicación debe ser evaluada para cada cultivo en particular. Gracias al estudio de las auxinas (IAA), se ha podido entender que las dosis de *Trichoderma* sp. deben ser consideradas para cada cultivo en el que se está trabajando ya que no existe una dosis universal que funcione para todos igual. Las auxinas son fitohormonas que colaboran en la transmisión de señales químicas en la planta, al igual que el ácido salicílico, el ácido jasmónico y el etileno (Castro da Silva et al., 2012; Zhang et al., 2013; Tyskiewicz et al., 2022). De acuerdo con Monte Vázquez (2022) si se sobredosisa con *Trichoderma* sp., la planta tendrá las auxinas que ella misma produce más las que le provee el hongo, haciendo que se sature y cese el crecimiento porque ve la sobreproducción de auxinas como una amenaza y utiliza la energía para defenderse. Si tenemos en cuenta el análisis de suelo realizado, la cantidad de UFC/g de suelo para el T3 es mucho mayor que en los otros dos tratamientos, pudiendo explicarse mediante esta información la posibilidad de que haya existido una sobredosisación o un efecto adverso del hongo sobre las plantas. Estos resultados no coinciden con los observados por López Valenzuela et al. (2022) ya que estos autores observaron un mejor rendimiento en plantas hortícolas con la mayor dosis aplicada de *Trichoderma* spp. Por lo tanto, la aplicación del hongo *T. harzianum* Th118 es una herramienta prometedora para incrementar la producción de brócoli en invernáculo, siendo capaz de mantener e incluso superar los rendimientos convencionales, realizando un manejo sustentable y consciente de los recursos naturales, algo muy significativo dentro del contexto ambiental por el cual estamos atravesando actualmente. No obstante, debemos considerar que, a la hora de trasladar los resultados a posibles situaciones productivas, en la mayoría de las ocasiones los resultados obtenidos en condiciones de invernáculo experimental, no se condicen con los obtenidos en condiciones de producción agrícola (suelo con poblaciones microbianas nativas, exposición a las condiciones climáticas y ambientales naturales). En este sentido, con este estudio esperamos contribuir a incentivar e incrementar el entendimiento y uso de estos microorganismos con fines biotecnológicos en el marco de un manejo sustentable. De todas maneras, se necesitan estudios posteriores para dilucidar porque la aplicación de refuerzo del antagonista no arrojó los resultados esperados.

CONCLUSIÓN

Podemos concluir que hubo un mayor rendimiento en términos de peso y diámetro de las inflorescencias de las plantas de brócoli, en el tratamiento con una aplicación de *Trichoderma harzianum* (Th 118) diferenciándose estadísticamente de los otros dos tratamientos (Testigo y con 2 aplicaciones de *T. harzianum*) que tuvieron resultados similares.

REFERENCIAS

- Amerio, N., Castrillo, M., Bich, G., Zapata, P. y Villalba, L. (2020). *Trichoderma* en la Argentina: estado del arte. *Ecología Austral*, 30(1), 113-124. <https://doi.org/10.25260/EA.20.30.1.0.945>
- Castro da Silva, J., Barros Torres, D., Castro Lustosa, D., Corsi de Filippi, M. y Barata da Silva, G. (2012). Rice sheaths blight biocontrol and growth promotion by *Trichoderma* isolates from the Amazon. *Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Science*, 55(4), 243-250. <http://dx.doi.org/10.4322/rca.2012.078>
- Companiononi González, B., Domínguez, C., Arizmendi, G. y García Velasco, R. (2019) *Trichoderma*: su potencial en el desarrollo sostenible de la agricultura. *Bioteología Vegetal*, 19(4), 237-248.
- Covacevich, F. y Consolo, V. (2014). *Manual de protocolos: herramientas para el estudio y manipulación de Hongos Micorrízicos Arbusculares y Trichoderma*. Universidad Nacional de Mar del Plata. <http://hdl.handle.net/11336/108183>
- Elad, Y., Chet, I. y Henis, Y. (1981). A selective medium for improving quantitative isolation of *Trichoderma* spp. from soil. *Phytoparasitica*, (9), 59-67. <http://doi.org/10.1007/BF03158330>
- El-Mohamedy, R. (2012). Biological control of *Pythium* root rot of broccoli plants under greenhouse conditions. *Journal of Agricultural Technology*, 8(3), 1017-1028.
- Hernández-Melchor, D., Ferrera-Cerrato, R. y Alarcón, A. (2019). *Trichoderma*: importancia agrícola, biotecnológica, y sistemas de fermentación para producir biomasa y enzimas de interés industrial. *Chilean Journal of Agricultural & Animal Sciences, ex Agro-Ciencia*, 35(1), 98-112. <http://dx.doi.org/10.4067/S0719-38902019005000205>
- Hoyos-Carvajal, L., Orduz, S. y Bissett, J. (2009). Growth stimulation in bean (*Phaseolus vulgaris* L.) by *Trichoderma*. *Biological Control*, 51(3), 409-416. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2009.07.018>
- InfoStat ® (2020). InfoStat versión 2020. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. <http://www.infostat.com.ar>
- Khumanthem, D. y Zacharia, S. (2024). Integrated effect of *Trichoderma harzianum* with selected botanicals extracts on *Alternaria* leaf spot of broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) caused by *Alternaria brassicae* (Berk.) Sacc. *Journal of Advances in Biology & Biotechnology*, 27(9), 1212-1222. <https://doi.org/10.9734/jabb/2024/v27i91391>
- Lombardi, N., Cairá, S., Troise, A., Scaloni, A., Vitaglione, P., Vinale, F., Marra, R., Salzano, A., Lorito, M. y Woo, S. (2020). *Trichoderma* applications on strawberry plants modulate the physiological processes positively affecting fruit production and quality. *Frontiers in Microbiology*, 11, 1-17. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.01364>
- López-Valenzuela, B., Tzintzun-Camacho, O., Armenta-Bojórquez, A., Valenzuela-Escoboza, F., Lizárraga-Sánchez, G., Ruelas-Islas, J. y González-Mendoza, D. (2022). Microorganismos del género *Trichoderma* productores de fitohormonas y antagonistas de fitopatógenos. *Bioagro*, 34(2), 163-172. <https://doi.org/10.51372/bioagro342.6>
- Monte Vásquez, E. (21 de octubre de 2022). La doble personalidad de *Trichoderma*. *Red Agrícola*. <https://redagricola.com/la-doble-personalidad-de-la-trichoderma/>
- Pineda Insuasti, J., Benavides Sotelo, E., Duarte Trujillo, A., Burgos-Rada, C., Soto-Arroyave, C., Pineda Soto, C., Fierro Ramos, F., Mora Muñoz, E. y Álvarez Ramos, S. (2017). Producción de biopreparados de *Trichoderma* spp: una revisión. *ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*, 51(1), 47-52.
- Pokhrel, A., Aakash, A., Dipiza, O., Paudel, P., Shishir, P., Bigyan, G. y Rau Tharu, B. (2022). Biocontrol potential and mode of action of *Trichoderma* against fungal plant diseases. *Acta Scientific Agriculture*, 6(10), 10-21. <http://doi.org/10.31080/ASAG.2022.06.1184>
- Rodríguez García, D. y Vargas Rojas, J. (2022). Efecto de la inoculación con *Trichoderma* sobre el crecimiento vegetativo del tomate (*Solanum lycopersicum*). *Agronomía Costarricense*, 46(2), 47-60. <http://dx.doi.org/10.15517/rac.v46i2.52045>
- Sánchez, A., Stocco, M. y Mónaco, C. (2024). Protocolo de elaboración y aplicación de un bioinsumo a base de *Trichoderma harzianum* para los agricultores familiares. *Horticultura Argentina*, 43(110), 47-56. <http://id.caicyt.gov.ar/ark:/s18519342/qkyrv6kz6>
- Sandle, T. (2014). *Trichoderma*. En C. A. Batt y M. L. Tortorello (Eds.), *Encyclopedia of food microbiology* (2ª ed., pp. 644-646). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384730-0.00337-2>
- Sharma, V., Salwan, R. y Sharma, P. (2017). The comparative mechanistic aspects of *Trichoderma* and probiotics: Scope for future research. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 100, 84-96. <http://doi.org/10.1016/j.pmp.2017.07.005>

- Stocco, M., Mónaco, C., Abramoff, C., Lampugnani, G., Salerno, G., Kripelz, N., Cordo, C. y Consolo, V. (2016). Selection and characterization of Argentine isolates of *Trichoderma harzianum* for effective biocontrol of Septoria leaf blotch of wheat. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 32(49), 1-10. <https://doi.org/10.1007/s11274-015-1989-9>
- Torres-De la Cruz, M., Ortiz-García, C., Bautista-Muñoz, C., Ramírez-Pool, C., Ávalos-Contreras N., Cappello-García, S. y De la Cruz-Pérez, A. (2015). Diversidad de *Trichoderma* en el agroecosistema cacao del estado de Tabasco, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 86(4), 947-961. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2015.07.012>
- Tyskiewicz, R., Nowak, A., Ozimek, E. y Jaroszuk-Scisiel, J. (2022). *Trichoderma*: The current status of its application in agriculture for the biocontrol of fungal phytopathogens and stimulation of plant growth. *International Journal Molecular Sciences*, 23(4), 1-28. <http://doi.org/10.3390/ijms23042329>
- Viera, W., Noboa, M., Bermeo, J., Báez, F. y Jackson, T. (2018). Parámetros de calidad de cuatro tipos de formulaciones a base de *Trichoderma asperellum* y *Purpuricillium lilacinum*. *Enfoque UTE*, 9(4), 145-153. <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v9n4.348>
- Zeilinger, S., Gruber, S., Bansal, R. y Mukherjee, P. (2016). Secondary metabolism in chemistry meets genomics. *Fungal Biology Reviews*, 30(2), 74-90. <https://doi.org/10.1016/j.fbr.2016.05.001>
- Zhang, F., Yuan, J., Yang, X., Cui, Y., Chen, L., Ran, W. y Shen, Q. (2013). Putative *Trichoderma harzianum* mutant promotes cucumber growth by enhanced production of indole acetic acid and plant colonization. *Plant Soil*, 368, 433-444. <https://doi.org/10.1007/s11104-012-1519-6>