

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

EFFECTO BIOESTIMULANTE DE *Trichoderma atroviride* EN ZAPALLO ANCO (*Cucurbita moschata* Duch. ex Poir)

Bioestimulant effect of *Trichoderma atroviride* in anco pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch. ex Poir)

Avico, E., Monteros Solito, R., Sarco, P. y Shindoi, M.

INTA. Producción Vegetal y Gestión Ambiental-EEA Colonia Benítez, Chaco, Argentina.

E-mail: avico.eda@inta.gob.ar

RESUMEN

Se evaluó el efecto bioestimulante de *Trichoderma atroviride* en el crecimiento de plantines y rendimiento comercial de zapallo (*Cucurbita moschata*). La etapa de plantín se evaluó en invernadero y los tratamientos fueron T0: control -sin inocular-; T1: 200 ml.m⁻² y T2: 500 ml.m⁻² de *T. atroviride* SC 10⁸ conidios. A los 30 días se evaluó: número de plantas; longitud radical; altura del plantín; número de hojas; peso fresco y seco aéreo y radical e índice raíz/aéreo. Se halló diferencias significativas para altura de plantín en T1 respecto de T0 y T2. La media del peso fresco aéreo fue significativamente superior en T1 respecto a T2. El peso fresco radical fue superior estadísticamente en T2 respecto al resto. Plantines tratados con dosis más alta de *T. atroviride* registraron aumento en masa radical, e índices raíz/aéreo próximos a 1. El resto de las variables no registraron diferencias estadísticas entre tratamientos y T0. A campo, los tratamientos fueron T0: sin inocular; T2 y T3 inoculados con 20 ml.m⁻² y 50 ml.m⁻² en etapa de plantín respectivamente, y adición de 3 l.ha⁻¹ de *T. atroviride* SC 10⁸ conidios al trasplante. Se cosechó 100, 108 y 115 días posteriores al trasplante (DPT). Se evaluó cantidad de plantas que prosperaron a cosecha, número y peso de frutos por planta. El T2 se diferenció significativamente superando a T0 y T1 en número de plantas a cosecha. El número de frutos no mostró diferencias significativas en las diferentes cosechas. No obstante, T2 evidenció mayor peso de frutos comerciales cosechados a los 108 DPT, dando una mayor precocidad.

Palabras clave: promotores del crecimiento, plantines, cucurbitáceas, biofertilizantes.

ABSTRACT

The biostimulant effect of *Trichoderma atroviride* on seedling growth and commercial yield of pumpkin (*Cucurbita moschata*) has been assessed. The seedling stage was evaluated in a greenhouse and the treatments were T0: control -without inoculation-; T1: 200 ml.m⁻² and T2: 500 ml.m⁻² of *T. atroviride* SC 10⁸ conidia. After 30 days, number of plants; root length; seedling height; number of sheets; aerial and root fresh and dry weight and root/aerial index were evaluated. Significant differences were found for seedling height in T1 compared to T0 and T2. The average air fresh weight was significantly higher in T1 compared to T2. The root fresh weight was statistically higher in T2 compared to the rest. Seedlings treated with higher doses of *T. atroviride* registered an increase in root mass, and below ground biomass indexes were closer to 1. The other variables did not register any statistical difference between treatments and T0. In the field, the treatments were as follows: T0: without inoculation; T2 and T3 inoculated with 20 ml.m⁻² and 50 ml.m⁻² in seedling stage respectively, and addition of 3 l.ha⁻¹ of *T. atroviride* SC 10⁸ conidia to the transplant. At 100, 108 and 115 days after the transplant (DPT), it was harvested. The number of plants that remained until the harvest and the fruits' amount and weight per plant were considered. T2 differed significantly, surpassing T0 and T1 in number of plants at harvest time. The amount of fruits did not show significant differences along the harvests. However, T2 showed greater weight of commercial fruits harvested at 108 DPT, providing greater precocity.

Key words: growth promoters, seedlings, cucurbits, biofertilizers.

Recibido: 24/ago/2022. Aceptado: 17/dic/2022



INTRODUCCIÓN

Los hongos de vida libre del género *Trichoderma spp.*, están presentes con mayor frecuencia en suelos de regiones templadas y tropicales (Harman et al., 2004). Su aislamiento y aplicación es importante debido a su papel en el control biológico en diferentes cultivos, su capacidad de producir antibióticos y enzimas, así como la producción de metabolitos similares a las hormonas vegetales (Hoyos Carvajal et al., 2009). Estos hongos tienen la capacidad de mostrar competencia rizosférica cuando están cerca de las raíces de las plantas (Almança, 2005). El uso extendido en la agricultura es debido a su amplia plasticidad ecológica, metabolismo versátil, adaptabilidad, fácil reproducción y capacidad antagonista (Sharma y Gothwal, 2017).

Además de la potencial capacidad biocontroladora de patógenos de suelo, existen evidencias experimentales sobre su capacidad para inducir el crecimiento de diferentes cultivos, entre ellos los hortícolas, como es el caso del pepino (Zhang y Ying Zhuanga, 2020); tomate en invernadero (Ruiz Cisneros et al., 2018) y poroto (Hoyos Carvajal et al., 2009), los que registraron un mayor crecimiento de las plántulas y especialmente un incremento en el desarrollo radicular mediante la inoculación con una cepa específica de *Trichoderma*.

La acción bioestimuladora del crecimiento de plantas promovida por la aplicación de *Trichoderma*, se relacionó inicialmente con el control de microorganismos nocivos presentes en el suelo. Sin embargo, en ausencia de fitopatógenos, según (Lucon, 2009), este mecanismo de acción se ha relacionado con la producción de hormonas o factores de crecimiento, con una mayor eficiencia en el uso de algunos nutrientes, disponibilidad y absorción de nutrientes por parte de la planta.

OBJETIVO

Evaluar el efecto bioestimulante de *Trichoderma atroviride* sobre el crecimiento de plantines y el rendimiento de frutos comerciales de la variedad de zapallo Cokena INTA (*Cucurbita moschata* Duch. ex Poir).

MATERIALES Y MÉTODOS

Los ensayos se realizaron en la Estación Experimental Agropecuaria de Colonia Benítez del INTA, en la provincia de Chaco, ubicado a 27° 25' latitud Sur y 58° 56' longitud Oeste a 54 m.s.n.m. Se realizaron dos ensayos, evaluando plantines en invernadero y plantas a campo en seco hasta cosecha, para determinar la eficiencia del bioestimulante del crecimiento a base de *Trichoderma atroviride* aplicado al zapallo anco var. Cokena INTA.

Evaluación de plantines en invernadero

La siembra se realizó bajo invernadero el 20/08/2019 en speedling de 72 celdas utilizando el sustrato comercial Growmix Multipro® esterilizado. Los tratamientos fueron, T0: control, sin inocular; T1: 200 ml.m⁻² y T2: 500 ml.m⁻² de *T. atroviride* en suspensión concentrada (SC) 10⁸ conidios. La inoculación se fraccionó a la siembra y 7 días después de la siembra (DDS) para los dos tratamientos. El diseño experimental utilizado fue completamente al azar, representando cada bandeja una unidad experimental, con cuatro repeticiones. Se tomaron muestras de 10 plantas por tratamiento, a los 8 y 13 DDS se evaluó el número de plantas emergidas y a los 30 DDS longitud de raíz principal (cm); altura del plantín (cm); número de hojas; peso fresco aéreo y de raíz (g); peso seco aéreo y de raíz (g), índice entre raíz y parte aérea en peso fresco y seco (R/A PF y PS). Los datos se sometieron a un Análisis de Varianza (ANOVA) y una prueba de significación estadística de Fisher (LSD) al 5 %, con el software Infostat (Di Rienzo et al., 2018).

Evaluación a campo en seco

La siembra se realizó el 17/07/2019 en speedling de 72 celdas en invernadero, utilizando el sustrato comercial Growmix Multipro®. Los plantines se llevaron a campo a los 35 DDS con 2 hojas verdaderas. Los tratamientos fueron, T0: control, sin inocular; T1: 20 ml.m⁻² + 3 l.ha⁻¹ y T2: 50 ml.m⁻² + 3 l.ha⁻¹. Los tratamientos se inocularon con *T. atroviride* SC 10⁹ conidios fraccionado en 2 veces, a la siembra y a 15 DDS en vivero. Los 3 l.ha⁻¹ se aplicaron al trasplante a nivel del cuello de la planta y follaje, mediante pulverización manual. Se trasplantó 14 plantas en líneas de 18 m de largo a 1,5 m entre sí y entre plantas, por cada tratamiento y repetición. Se controló malezas antes del trasplante con un herbicida pre emergente, metolaclo S y glifosato, a razón de

0,9 y 3 l.ha⁻¹. Con el cultivo instalado se realizó control mecánico con el motocultivador. Se fertilizó con nitrógeno y potasio según relación 2:3 (N:K), sugerida por Della Gáspera (2014), para una producción estimada de 20 tn.ha⁻¹. Se cosecharon 12 plantas en total por línea, a los 100, 108 y 115 DP. Se evaluó número de frutos por planta y peso de frutos por planta (kg.pl⁻¹); considerando como frutos comerciales a los superiores a 0,8 kg. El diseño experimental utilizado fue en bloques al azar con 4 repeticiones. Se utilizó balanza de precisión y regla graduada de 30 cm. Los datos se sometieron a un Análisis de Varianza (ANOVA) y una prueba de significación estadística de Fisher (LSD) al 5 %, con el software Infostat (Di Rienzo et al., 2018).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evaluación en plantines en invernadero

La emergencia de plantines a los 8 y 13 DDS no evidenció diferencias estadísticas en aquellos tratados con *T. atroviride* (T1 y T2) respecto del control (Tabla 1). Tampoco se observó diferencia en la longitud de raíz principal, en cambio en la altura del plantín, el T1 se diferenció significativamente de los tratamientos control y T2.

Tabla 1. Parámetros de crecimiento por tratamiento.

Parámetros de crecimiento	Control	T1	T2
Plantas emergidas 8 DDS	46,74 ± 18,45 a	43,75 ± 18,61 a	52,5 ± 1,29 a
Plantas emergidas 13 DDS	67,00 ± 1,83 a	64,00 ± 4,16 a	63,75 ± 3,50 a
Longitud de raíz (cm)	11,37 ± 2,63 a	10,38 ± 2,22 a	10,73 ± 2,32 a
Altura de plantín (cm)	18,20 ± 2,03 a	19,63 ± 2,68 b	18,33 ± 1,96 a

Prueba de Fisher. Medias ± Desvío estándar (DE) con una letra común no son significativamente diferentes (p>0,05).

Para analizar las proporciones de hojas de plantines de los tratamientos, se realizó la prueba de diferencia de proporciones, la cual permite contrastar la hipótesis de igualdad de proporciones de éxito en dos poblacionales; los p valores reportados se obtienen de la distribución exacta del estadístico de Fisher. Aquí se evidenció diferencias al comparar cantidad de 1 y 2 hojas en plantines control vs. T1, (p-valor: 0,02218; p-valor: 0,03915). Para el caso de T2 las diferencias en cantidad de hojas no fueron significativas respecto al control (Tabla 2, Figura 1).

Tabla 2. Prueba de proporciones de dos muestras con plantas con una y dos hojas. Valores de p >0,05 no son significativos.

Comparaciones	Plantas con 1 hoja		Plantas con 2 hojas	
	P (diferencia=0)	Dif. de proporciones	P (diferencia=0)	Dif. de proporciones
control-T1	0,02218	-0,27	0,03915	0,24
control-T2	0,62186	0,057	0,80761	-0,03
T1-T2	0,18476	0,143	0,00005	-0,46

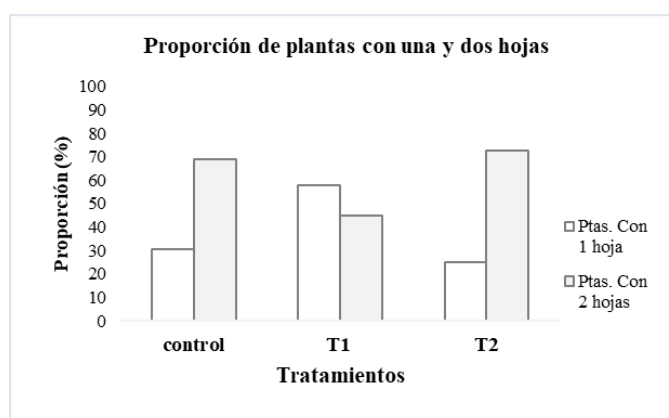


Figura 1. Proporción (%) de plantines con 1 y 2 hojas por tratamiento.

En el peso fresco aéreo se halló diferencia significativa entre T2 y T1, este último registró el valor más alto. En el peso fresco de raíces, se halló diferencias significativas entre los tratamientos, siendo el T2 el de mayor media (Figura 2). El índice entre el peso fresco de raíz y aéreo (R/A-PF) evidenció que el T2 se diferenció estadísticamente de los otros tratamientos (Figura 2).

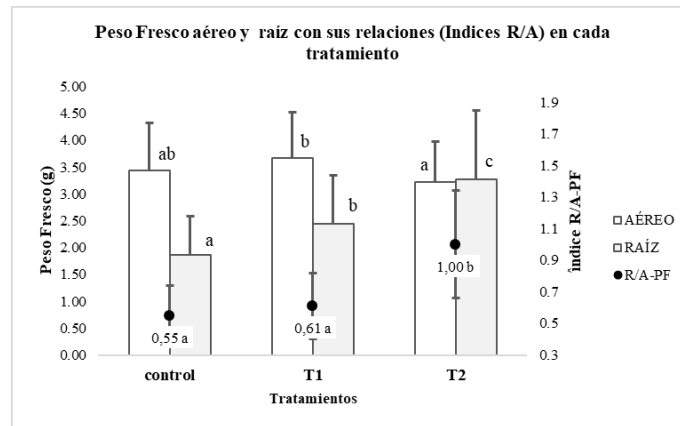


Figura 2. Peso fresco de parte aérea y raíz, relación entre raíz y aérea según tratamiento (R/A). Prueba de Fisher. Las barras indican el desvío estándar de la media. Letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

El peso seco aéreo (Figura 3) no registró diferencias estadísticas entre tratamientos. El caso del peso seco de raíz, el test de Fisher manifestó diferencias en el peso promedio de raíces entre el control y T2.

Con respecto al índice peso seco de raíz y aéreo (R/A-PS) se observó similar resultado que, en el peso fresco, el T2 con valor más alto y con diferencias significativas al control.

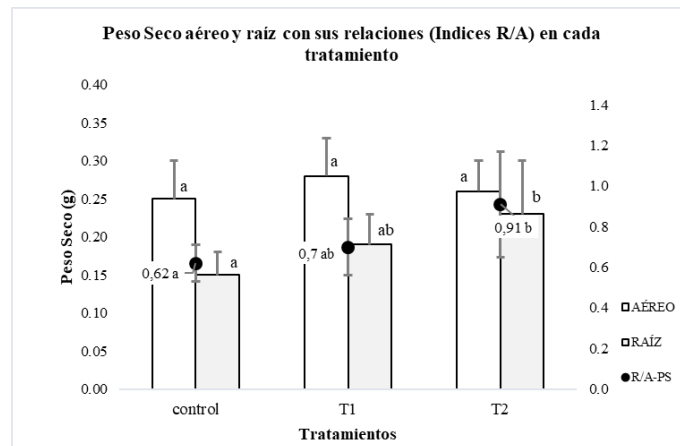


Figura 3. Peso seco de parte aérea y raíz, relación entre raíz y parte aérea según tratamiento (R/A-PS). Prueba de Fisher. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

La aplicación de *T. atroviride* con una dosis alta no se manifestó sobre la longitud de raíces, pero sí en un mayor peso fresco, debido al desarrollo de raíces secundarias, esto demostró (Contreras Cornejo et al., 2009) sobre el estímulo del desarrollo de las raíces laterales en *Arabidopsis* con *T. atroviride*, observando una acción bioestimuladora a través de liberación de auxinas. A su vez provoca un aumento en su área de superficie, alterando la fisiología de la planta y mayor eficiencia fotosintética (Harman et al., 2004), lo mismo se observó con aplicación de altas dosis de *T. atroviride* por la mayor proporción de plantas con dos hojas.

Yedidia et al. (2001) encontraron resultados similares a los hallados en este trabajo, la aplicación de *Trichoderma* promovió un aumento en el peso fresco y seco de las raíces en plantas de pepino. Cubillos Hinojosa et al. (2009) reportaron la acción benéfica de *Trichoderma* en la germinación y crecimiento temprano de maracuyá en invernadero por el mayor número de raíces laterales; Chacón et al. (2007) verificaron en plantas de tomate un aumento el crecimiento de las raíces; en arveja se observó también un incremento en el peso seco de las raíces (Insuasty et al., 2014).

El índice raíz y parte aérea (R/A) explica el equilibrio que existe entre las dos partes. Lynch et al. (2012), mencionaron que esta relación depende de las condiciones físicas, químicas y microbiológicas que afectan la formación de raíces, como también el control hormonal de las plantas, debido a que necesitan mantener un equilibrio funcional entre la parte aérea y radical (Liu et al., 2005; Lynch et al., 2012). Con la dosis más alta de *T. atroviride* se obtuvieron resultados del índice cercano a uno, esto constituye un indicador favorable de que los microorganismos contribuyeron a un crecimiento equilibrado, lo cual coincidió con lo reportado por Martínez Viera et al. (2007) y López et al. (2008).

Evaluación a campo en secano

Se evidenció un mayor número de plantas que prosperaron a cosecha en el T2 con diferencias estadísticas respecto al control y al T1 (Tabla 3).

Tabla 3. Plantas que prosperaron en la parcela experimental según tratamiento, proporción en relación a las trasplantadas. Medias \pm D.E. con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Plantas que prosperaron		
Tratamiento	Cantidad (n°)	Proporción (%)
control	11 a \pm 0,82	78,57
T1	11,5 a \pm 1	82,14
T2	13 b \pm 0	92,85

En la cosecha a los 100 y a los 115 DPT, no se observó diferencias significativas entre los tratamientos en el peso promedio de frutos por planta, sin embargo, a los 108 DPT, el T2 se diferencia estadísticamente del control y del T1 resultando con mayor peso de frutos cosechados por planta. No se halló diferencias significativas entre los tratamientos respecto del rendimiento promedio (Tabla 4).

Tabla 4. Número de frutos comerciales y rendimiento en kg planta⁻¹ distribuidos en las tres cosechas (100, 108 y 115 DPT) y rendimiento promedio total. Medias \pm D.E. con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tratamientos	100 DPT		108 DPT		115 DPT		Promedio	
	Nº.pl ⁻¹	kg.pl ⁻¹	Nº.pl ⁻¹	kg.pl ⁻¹	Nº.pl ⁻¹	kg.pl ⁻¹	Nº.pl ⁻¹	kg.pl ⁻¹
control	1,57 a	1,96 a	2,23 ab	2,69 a	2,37 a	2,97 a	3,18 a	3,92 a
	\pm 0,79	\pm 1,32	\pm 1,34	\pm 1,61	\pm 1,16	\pm 1,61	\pm 1,81	\pm 2,29
T1	1,67 a	2,13 a	1,86 ab	2,33 a	2,14 a	2,93 a	2,69 a	3,52 a
	\pm 0,52	\pm 1,02	\pm 0,85	\pm 1,21	\pm 0,91	\pm 1,48	\pm 1,37	\pm 2,07
T2	1,92 a	2,47 a	2,78 b	4,05 b	1,90 a	2,64 a	3,14 a	4,38 a
	\pm 1,04	\pm 1,82	\pm 1,48	\pm 2,34	\pm 1,33	\pm 2,16	\pm 1,76	\pm 2,63

En el número de frutos no hubo diferencias estadísticas en las cosechas realizadas. No obstante, se observó que el mayor número de frutos lo registró el T2 a los 100 y 108 DPT. Se observó que en las proporciones de cada cosecha según el total cosechado (Figura 4) el T2 a los 100 y 108 DPT obtuvo el 71,1% del total, lo que representó un valor alto y precoz al resto de los tratamientos que rondaron en 61%.

Se halló que la aplicación de *T. atroviride* con la dosis más alta en el cuello de la raíz al momento del trasplante, logró un mayor número de plantas que llegaron a cosecha. Esto pudo deberse a que el hongo coloniza las raíces y la rizósfera, creando un ambiente favorable al desarrollo radicular, incrementando el crecimiento y desarrollo de raíces, resistencia a estrés abiótico, como así la absorción y uso de nutrientes (Harman et al., 2004).

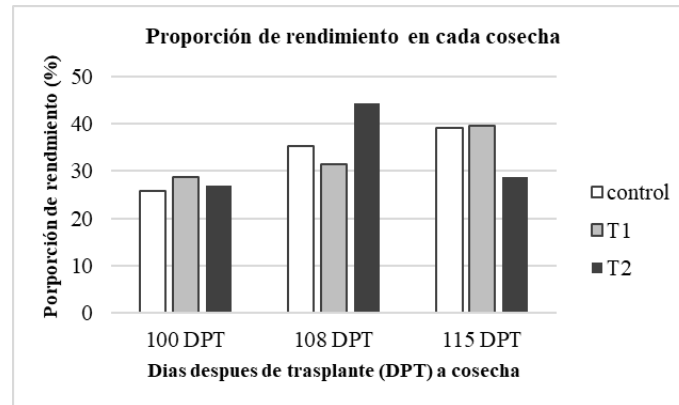


Figura 4. Proporción de rendimiento en cada cosecha según el total de kg planta⁻¹ cosechado

Se observó una cosecha anticipada con mayor rendimiento en kilogramos y número de frutos por planta con la mayor dosis de *T. atroviride*, con diferencias significativas para el primer caso. Esto pudo deberse a que existió un efecto benéfico del hongo en la asimilación de nutrientes (Mishra et al., 2014), en pimiento la mayor absorción de nutrientes se le atribuyó a la inoculación con *Trichoderma* (Ezziyani et al., 2004).

Varios autores registraron los beneficios de la aplicación de *Trichoderma* pos-trasplante sobre el rendimiento en varios cultivos hortícolas. Ferrer et al. (2006) registraron un aumento de 50% del rendimiento en pepino; en el mismo cultivo Alvarado Aguayo et al. (2019) registraron el mejor rendimiento con mayor número de frutos con la dosis más alta de *Trichoderma*; Avico et al. (2019) lograron un incremento en el rendimiento de lechuga, mientras que en arveja se demostró también un mayor rendimiento en número de vainas por planta, peso de vaina fresca y en los granos (Insuasty et al., 2014). En tomate se registró un aumento en el peso de los frutos por planta con aplicación de *T. atroviride* (Gravel et al., 2007).

CONCLUSIONES

Los plantines de zapallo en invernadero tratados con la dosis más alta de *T. atroviride* registraron un aumento en la masa fresca radical y una mejor relación parte radical y aérea, mientras que dosis menores en plantines mostraron una mayor altura de plantas.

Plantas tratadas con la dosis más alta de *T. atroviride* en vivero e inoculadas en trasplante a campo, presentaron un mayor número de ejemplares que prosperaron a cosecha, con un aumento significativo en el total de plantas por hectárea.

No hubo un aumento significativo en el número de frutos con la aplicación de *T. atroviride* en plantas evaluadas a campo, no obstante, la mayor dosis permitió un aumento en el peso de los frutos comerciales por planta a los 108 DPT, dando una mayor precocidad.

REFERENCIAS

- Almança, M. (2005). *Trichoderma sp.* no controle de doenças e na promoção do crescimento de plantas de arroz. Tesis doctorales. Porto Alegre, Universidad Federal de Rio Grande do Sul. 81 p.
- Alvarado Aguayo, A., Pilaloe David, W., Torres Sánchez, S. y Torres Sánchez, K. (2019). Efecto de *Trichoderma harzianum* en el control de Mildiu (*Pseudoperonospora cubensis*) en pepino. *Agronomía Costarricense*, 43 (1): 101-111. <http://dx.doi.org/10.15517/rac.v43i1.35672>
- Arora, D.S. y Gill, P.K. (2000). Laccase production by some white rot fungi under different nutritional conditions. *Bioresource Technology*, 73(3): 283-285. [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(99\)00141-8](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(99)00141-8)
- Avico, E.L., Sarco, P., Monteros, D. y Shinoi, M.M.F.J. (2019). Respuesta a inoculación de lechuga (*Lactuca sativa* L.) con *Trichoderma harzianum* en la zona Este del Chaco. <https://inta.gov.ar/documentos/respuesta-a-la-inoculacion-de-lechuga-lactuca-sativa-l-con-trichoderma-harzianum-en-la-zona-este-del-chaco>
- Chacón, M.R., Rodríguez Galán, O., Benítez Fernández, C.T., Sousa, S., Rey, M., Llobell González, A. y Delgado Jarana, J. (2007). Microscopic and transcriptome analyses of early colonization of tomato roots by *Trichoderma harzianum*. *International Microbiology*, 10 (1): 19-27.

- Contreras Cornejo, H., Macías Rodríguez, L., Cortés Penagos, C. y López Bucio, J. (2009). *Trichoderma virens*, a Plant beneficial fungus, enhances biomass production and promotes lateral root growth through an auxin-dependent mechanism in Arabidopsis. *Plant physiology*, 149: 1579-1592. <https://doi.org/10.1104/pp.108.130369>
- Cubillos Hinojosa, J., Valero, N. y Mejía, L. (2009). *Trichoderma harzianum* como promotor del crecimiento vegetal del maracuyá (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa* Degener). *Agronomía Colombiana*, 27(1): 81-86. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-99652009000100011&lng=pt&tlng=es
- Di Rienzo, J., F., Casanoves, M., Balzarín, L., González, M., Tablada, C.W. y Robledo, R. (2018). Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Ezziyyani, M., Pérez Sánchez, C., Ahmed, A., Requena, M.E. y Candela, M.E. (2004). *Trichoderma harzianum* como biofungicida para el biocontrol de *Phytophthora capsici* en plantas de pimiento (*Capsicum annuum* L.). *Anales de Biología*, 26: 35-45.
- Ferrer, C.M., Fumero, B., Barranco, G. y García. (2006). Manejo agroecológico del tizón de fuego causado por el hongo *Corynespora cassiicola* (Berk. & Curt.) Wei. en el cultivo del pepino (*Cucumis sativus* L.) en sistemas de organopónicos. *Fitosanidad*, 10 (2):157-158.
- Gravel, V., Antoun, H., y Tweddell, R.J. (2007). Growth stimulation and fruit yield improvement of greenhouse tomato plants by inoculation with *Pseudomonas putida* or *Trichoderma atroviride*: Possible role of indole acetic acid (IAA). *Soil Biology & Biochemistry*, 39: 1968–1977. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2007.02.015>
- Harman, G.E., Howell, C.R., Viterbo, A., Chet, I. y Lorito, M. (2004). *Trichoderma* species—opportunistic, avirulent plant symbionts. *Nature Reviews Microbiology*, 2: 43–56. <https://doi.org/10.1038/nrmicro797>
- 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>
- Insuasty, C. E., Acosta Rodríguez, J., Salazar González, C. y Betancourth García, C. (2014). Evaluación de cepas de *Trichoderma spp.* para el manejo del amarillamiento de arveja causado por *Fusarium oxysporum*. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 15 (2): 237-249. https://doi.org/10.21930/rcta.vol15_num2_art:363
- Liu, J., Samac, D.A., Bucciarelli, B., Allan, D.L. y Vance, C.P. (2005). Signaling of phosphorus deficiency-induced gene expression in white lupin requires sugar and phloem transport. *The Plant Journal*, 41 (2): 257-268. <https://doi.org/10.1111/j.1365-313X.2004.02289.x>
- López, M., Martínez, R., Brossard Fabrè, M., Bolívar, A., Alfonso, N., Alba, A. y Pereira Abreo, H. (2008). Efecto de biofertilizantes bacterianos sobre el crecimiento de un cultivar de maíz en dos suelos contrastantes venezolanos. *Agronomía Tropical*, 58 (4): 391-401.
- Lucon, C.M.M. (2009). Promoção de crescimento de plantas com o uso de *Trichoderma spp.* Infobibos, Informações Tecnológicas. http://www.infobibos.com/Artigos/2009_1/trichoderma/index.htm
- Lynch, J., Marschner, P. y Rengel, Z. (2012). Effect of Internal and External Factors on Root Growth and Development. In Marschner, P (Ed.). *Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants*, San Diego, USA, Academic Press. p. 331-346.
- Martínez Viera, R., López, B., Dibut, A., Parra, Z. y Rodríguez, S. (2007). La fijación biológica de nitrógeno atmosférico en condiciones tropicales. Publicación especial del Ministerio del Poder Popular para la Agricultura y Tierra. 172 pp.
- Mishra, A., Kumari, M., Pandey, S., Chaudhry, V., Gupta, K. y Nautiyal, C. (2014). Biocatalytic and antimicrobial activities of gold nanoparticles synthesized by *Trichoderma sp.* *Bioresource Technology*, 166: 235-242. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2014.04.085>
- Ruiz Cisneros, M. F., Ornelas Paz, J. J., Olivas Orozco, G. I., Acosta Muñiz, C. H., Sepúlveda Ahumada, D. R., Pérez Corral, D.A., Rios Velasco, C., Salas Marina, M. A. y Fernández Pavía, S.P. (2018). Effect of *Trichoderma spp.* and phytopathogenic fungi on plant growth and tomato fruit quality. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 36 (3): 444-456. <http://dx.doi.org/10.18781/R.MEX.FIT.1804-5>

- Sharma, P.K. y Gothwal R. (2017). Trichoderma: A potent fungus as biological control agent. En: Singh J., Seneviratne G. (Eds.). Agro-Environmental Sustainability. Springer, Cham. pp 113-125. https://doi.org/10.1007/978-3-319-49724-2_6
- Vargas Inciarte, L., Fuenmayor Arrieta, Y., Luzardo Méndez, M., Costa Jardín, M. D., Vera, A., Carmona, D., Homen Pereira, M., Costa Jardín, P. D., San Blas, E. (2019). Use of different Trichoderma species in cherry type tomatoes (*Solanum lycopersicum* L.) against *Fusarium oxysporum* wilt in tropical greenhouses. *Agronomía Costarricense*, 43 (1): 85-100. <http://dx.doi.org/10.15517/rac.v43i1.35671>
- Yedidia, I., Srivastva, Ak y Kapulnik, Y. (2001). Effect of *Trichoderma harzianum* on microelement concentrations and increased growth of cucumber plants. *Plant and Soil*, 235: 235–242. <https://doi.org/10.1023/A:1011990013955>
- Zhang , Y. y Ying Zhuanga, W. (2020). *Trichoderma brevicrassum* strain TC967 with capacities of diminishing cucumber disease caused by *Rhizoctonia solani* and promoting plant growth. *Biological Control*, 142, article 104152. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2019.104151>