

Trichoderma harzianum como promotor del crecimiento vegetal del maracuyá (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa* Degener)

Trichoderma harzianum as a plant growth promoter in yellow passion fruit (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa* Degener)

Juan Cubillos-Hinojosa^{1,2}, Nelson Valero¹ y Lauris Mejía¹

RESUMEN

Se realizó un experimento en condiciones de laboratorio e invernadero, con el propósito de evaluar el efecto de la cepa nativa TCN-014 y la cepa comercial TCC-005 de *Trichoderma harzianum* sobre la germinación y el crecimiento temprano del maracuyá. Se adecuaron inóculos de 10^4 , 10^6 y 10^8 conidias/mL para cada cepa y se aplicaron a semillas de maracuyá; se evaluó el número de semillas germinadas durante 15 días; se calculó el porcentaje de germinación, el índice de velocidad de germinación y el tiempo medio de germinación. Posteriormente las semillas germinadas se llevaron a condiciones de invernadero, y transcurridos dos meses se midió la altura de las plántulas, el grosor del tallo, el número de hojas, la longitud de la raíz y el peso seco total. Todos los tratamientos estimularon la germinación de las semillas y el desarrollo de las plántulas; sin embargo la cepa nativa en concentraciones 10^6 y 10^8 conidias/mL mostró resultados superiores frente a la cepa comercial. Los resultados sugieren una acción efectiva de *T. harzianum* como promotor de crecimiento vegetal, mostrando que tiene potencial para la elaboración de un bioproducto útil para el manejo ecológico del cultivo de maracuyá.

Palabras clave: semillas, plántulas, cepa nativa, cepa comercial, Colombia.

ABSTRACT

A greenhouse and laboratory experiment was conducted with the aim of evaluating the effect of a native (TCN-014) and a commercial (TCC-005) *T. harzianum* strains on passion fruit germination and early growth. Seed germination was evaluated during two weeks under 10^4 , 10^6 and 10^8 conidia/mL inoculation treatments of each strain. Calculations of germination percentage, germination rate index, and average germination period were based on measurements of number of germinated seeds. The latter were then grown under greenhouse conditions for two months, after which measurements of plant height, stem basal thickness, number of real leaves, root length and total dry biomass were taken. All treatments proved to stimulate seed germination and plant early growth. However, the 10^6 and 10^8 conidia/mL native strain treatments exhibited better results when compared to the commercial strain. The results point at the effectiveness of the native strain of *Trichoderma harzianum* as a plant growth promoter, and reveal its potential for the creation of a useful bio-product for the ecological management of passion fruit.

Key words: seeds, seedlings, native strain, commercial strain, Colombia.

Introducción

El género *Trichoderma* está compuesto por un grupo de especies de hongos saprofitos del suelo y de la madera (Jensen y Wolffhechel, 1995) y es ampliamente conocido por el efecto antagónico contra un amplio rango de fitopatógenos. Debido a su ubicuidad, facilidad de aislamiento y cultivo, crecimiento rápido en un gran número de sustratos, y al hecho de no atacar a las plantas superiores, diferentes especies de *Trichoderma* son utilizadas para el control de hongos patógenos del suelo, principalmente de los géneros *Phytophthora*, *Rhizoctonia*, *Sclerotium*, *Colletotrichum*, *Pythium* y *Fusarium*, entre otros (González *et al.*, 2002). Los mecanismos de acción de hongos del género *Trichoderma* frente a fitopatógenos son fundamentalmente de tres tipos:

competición directa por el espacio o por los nutrientes (Chet e Inbar, 1994; Belanger *et al.*, 1995), producción de metabolitos antibióticos de naturaleza volátil o no volátil y parasitismo directo de determinadas especies de *Trichoderma* sobre los hongos fitopatógenos (Chet *et al.*, 1997; Sid-Ahmed *et al.*, 2003).

El maracuyá (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa* Degener) es un cultivo tropical promisorio para Colombia, que ocupa el segundo lugar en producción a nivel mundial. La zona bananera del departamento del Magdalena tiene características agroecológicas adecuadas para su cultivo (Gómez, 2005). Sin embargo, desde el año 2006 se ha registrado una importante disminución de la producción en esta zona, originada por el desestímulo en el manejo agronómico

Fecha de recepción: 20 de agosto de 2008. Aceptado para publicación: 19 de febrero de 2009

¹ Departamento de Microbiología, Universidad Popular del Cesar, Valledupar (Colombia).

² Autor de correspondencia. juancubillos@unicesar.edu.co

del cultivo y el abandono por problemas fitosanitarios, provocados principalmente por patógenos como *Fusarium oxysporum* y *F. solani*, causantes de la enfermedad conocida como pudrición seca, marchitez, fusariosis o secadera. En la Estación Experimental Caribia de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Corpoica, se han realizado ensayos de antagonismo *in vitro* e invernadero para controlar estos patógenos, utilizando cepas comerciales del hongo *T. harzianum* (TCC-001, TCC-005, TCC-006 del Centro de Investigaciones El Roble). Sin embargo, en suelos de cultivo de palma africana en la zona bananera se han aislado y seleccionado tres cepas nativas de este hongo (TCN-009, TCN-010, TCN-014), de las cuales la cepa TCN-014 presentó un efecto antagonístico frente a *Fusarium oxysporum* y *F. solani*, superior a las cepas comerciales (Suárez *et al.*, 2008).

Además del efecto biocontrolador de patógenos, se ha comprobado que la inoculación de *T. harzianum* aporta otros beneficios a las plantas; a través de la descomposición de materia orgánica, libera nutrientes en formas disponibles para la planta (Howell, 2003; Godes, 2007), y presenta actividad solubilizadora de fosfatos (Valencia *et al.*, 2007; Valero, 2007; Vera *et al.*, 2002), por lo cual se utiliza frecuentemente como un organismo biofertilizante en diferentes productos comerciales (Moreno *et al.*, 2007); promueve el crecimiento y desarrollo de los cultivos produciendo metabolitos que estimulan los procesos de desarrollo vegetal (Sutton y Peng, 1993); tiene la capacidad de multiplicarse en el suelo y colonizar las raíces de las plantas liberando factores de crecimiento (auxinas, giberelinas y citoquininas) que estimulan la germinación y el desarrollo de las plantas (Altomare *et al.*, 1999). Se ha reportado la producción de ácido 3-indol acético (AIA), sustancia que actúa como hormona vegetal favoreciendo el desarrollo del sistema radical, entre otros beneficios (Valencia *et al.*, 2005). Estas sustancias producidas por *T. harzianum* actúan como catalizadores o aceleradores de los tejidos meristemáticos primarios en las partes jóvenes de la planta, acelerando su reproducción celular, logrando que las plantas se desarrollen más rápido en comparación con plantas que no han sido tratadas con dicho microorganismo (Valencia *et al.* 2007), *T. harzianum* también ha sido reportado como promotor del crecimiento vegetal en cultivos de berenjena, arveja, frijón, café, tomate, papa, especies forestales, entre otros (Zambrano, 1989; Börkman *et al.*, 1998; Dandurand y Knudsen, 1993).

La presente investigación tuvo como objetivo comprobar la potencialidad de la cepa nativa TCN-014, frente a la cepa

comercial TCC-005 de *T. harzianum*, como inoculante biopromotor del crecimiento del maracuyá, mediante la evaluación de su efecto sobre la germinación y el desarrollo temprano de las plantas, con el propósito de contribuir al desarrollo de una estrategia para el manejo integrado del cultivo, mediante la elaboración, evaluación y aplicación de bioproductos con un efecto multifuncional ocasionado por la actividad biocontroladora de patógenos, sumada a la actividad fitoestimuladora y biofertilizante.

Materiales y métodos

La investigación se realizó en el Laboratorio de Microbiología y Fitopatología y en el Invernadero de la Estación Experimental Caribia de Corpoica, ubicado en la zona bananera, corregimiento de Sevilla (departamento del Magdalena), con una altitud de 40 msnm, localizado en un ecosistema de bosque seco tropical (Rodríguez, 1998), con una temperatura promedio de 29°C, precipitación anual de 1.400 mm y humedad relativa de 83% (Carbonó de la Hoz y Cruz, 2005).

La cepa nativa TCN-014 de *T. harzianum* fue aislada del suelo del cultivo de palma africana (*Elaeis guineensis*) en la Estación Experimental Caribia de Corpoica, y la cepa comercial TCC-005 se obtuvo del cepario del Centro de Investigación El Roble (Suárez *et al.*, 2008). Las cepas se reactivaron en cajas petri con agar avena, incubándose a una temperatura de 25°C durante 5 d. A partir de estos cultivos esporulados, se prepararon suspensiones del orden de 10^4 , 10^6 y 10^8 conidios/mL en agua destilada estéril.

Germinación *in vitro* de semillas

En cajas de Petri se colocaron círculos de papel filtro sobre algodón y fueron esterilizadas en autoclave a 121°C con 15 PSI por 15 min. Posteriormente a cada caja se le adicionó agua destilada estéril hasta saturar el soporte, y seguidamente se colocaron 15 semillas de maracuyá obtenidas de frutos maduros previamente desinfectadas con alcohol a 70% e hipoclorito de sodio al 1%. Se siguió un diseño experimental de bloques al azar en arreglo factorial con tres repeticiones por tratamiento, tomando como factores las cepas TCC-005 (comercial) y TCN-014 (nativa) de *T. harzianum* y tres concentraciones del inóculo (10^4 , 10^6 y 10^8 conidios/mL). Cada unidad experimental fue inoculada con 1 mL de la suspensión de *T. harzianum* de la cepa y la concentración correspondiente; al tratamiento testigo (sin inocular) sólo se le agregó 1 mL de agua destilada estéril. Todas las cajas se mantuvieron en oscuridad a $28 \pm 2^\circ\text{C}$. Se realizaron observaciones diarias

durante 15 d, registrando el número de semillas germinadas, considerando semillas germinadas aquellas cuya radícula alcanzó 2 mm de longitud.

A partir de los datos registrados se determinó el porcentaje de germinación (PG) expresado como el porcentaje total de semillas germinadas a los 15 d. A esta variable también se le llama capacidad de germinación. El índice de velocidad de germinación (IVG) se calculó de acuerdo a la fórmula propuesta por Brown y Mayer (1988):

$$IVG = P_1/T_1 + P_2/T_2 + \dots + P_n/T_n$$

donde: P = número de semillas germinadas; T = tiempo en que germinaron; y n = d del último control.

El tiempo medio de germinación (TMG) se calculó de acuerdo con García, *et al.* (1982):

$$TMG = [(x_1 d_1) + (x_2 d_2) + \dots + (x_{15} d_{15})] / X_{15}$$

donde: x₁, x₂, x₁₅ son las semillas germinadas en el d 1, 2, ... 15; d₁, d₂, ... d₁₅ son los días de incubación, y X₁₅ es el número total de semillas germinadas en el d 15 cuando se realizó el conteo final de semillas germinadas.

Desarrollo de plántulas

Una vez evaluada la germinación, se tomaron cinco semillas de cada tratamiento y cada una fue sembrada a 1 cm de profundidad en recipientes con 250 g de suelo abonado con lombricompost previamente esterilizado en autoclave a 121°C con 15 PSI por 30 min. Después de trasplantadas las semillas al suelo, fueron inoculadas nuevamente con 4 mL de las suspensiones de 10⁴, 10⁶ y 10⁸ conidios/mL de *T. harzianum* TCN-014 y TCC-005, respectivamente, y un testigo sin inocular. Las plántulas se mantuvieron en condiciones de invernadero con humedad relativa de 70-80% y temperatura de 31-34°C, donde el volumen de aire, luminosidad y ataque de plagas se encontraban controlados con riego diario por nebulización cada 30 min durante 10 s. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con dos factores, conformado por las dos cepas, nativa y comercial, y las tres concentraciones del inóculo. Cada tratamiento contó con cinco repeticiones. Después de dos meses se registró el número de hojas verdaderas, se midió la altura, el grosor del tallo en la base y la longitud de la raíz con la ayuda de un metro, y se determinó el peso seco total de cada una de las plantas.

Para los dos experimentos se realizaron análisis de varianza y comparación de los promedios de tratamientos median-

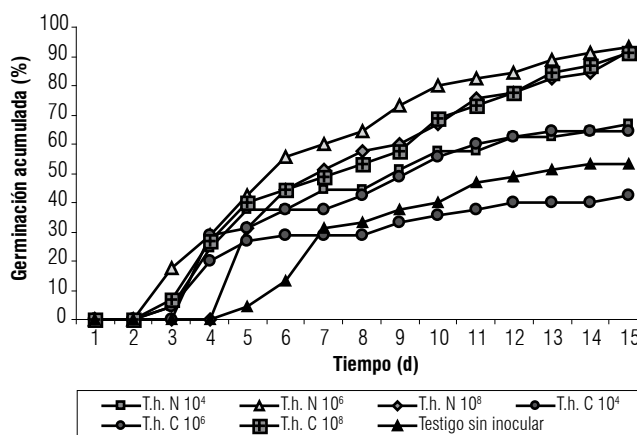
te la prueba de rangos múltiples de Duncan ($P \leq 0,05$) utilizando el paquete estadístico STATGRAPHICS plus versión 5.1.

Resultados y discusión

Germinación *in vitro* de semillas

Los datos obtenidos para el porcentaje acumulado de germinación diaria muestran que todos los tratamientos excepto TCC-005 10⁴ (42,2%) incrementaron la germinación de las semillas de maracuyá, con valores que oscilan entre 64,4% y 93,3%, de semillas germinadas en comparación con el tratamiento testigo que presentó un porcentaje de germinación de 53,3% (Fig. 1). Los tratamientos TCN-014 10⁶, TCN-014-10⁸ y TCC-005-10⁸ presentaron los porcentajes de germinación (PG) más altos, con valores de 93,3%, 91,7% y 91,1% respectivamente, y diferencia estadísticamente significativa ($P \leq 0,05$) en comparación con el tratamiento testigo, de acuerdo con la prueba de rangos múltiples de Duncan (Tab. 1). Este resultado muestra un mayor efecto estimulador de la germinación a mayor concentración del inóculo para la cepa comercial, y un efecto similar de la cepa nativa a concentraciones de 10⁶ y 10⁸ conidios/mL, indicando además que con una concentración más baja del inóculo de la cepa nativa se obtienen resultados similares a los presentados al aplicar una concentración mayor de la cepa comercial.

Resultados similares fueron reportados para semillas de café tratadas con *T. harzianum* (ingrediente activo del producto comercial Tricho-D) donde se obtuvo 90% de germinación en comparación con 70% en el tratamiento testigo (Castro y Rivillas, 2005). Estos resultados concuer-



T.h., *Trichoderma harzianum*; N, Nativa; C, Comercial.

FIGURA 1. Germinación de semillas de maracuyá durante 15 d después de la inoculación *Trichoderma harzianum*.

dan con los reportes sobre la producción de factores de crecimiento (auxinas, giberelinas y citoquininas) por *T. harzianum*, los cuales son liberados al medio y estimulan la germinación y los desarrollos de las plantas (Altomare *et al.*, 1999; Valencia *et al.*, 2005).

Los valores del IVG para todos los tratamientos fueron mayores con respecto al tratamiento testigo sin inocular (Tab. 1), lo que indica que semillas de maracuyá tratadas con *T. harzianum* germinan a mayor velocidad, con valores de IVG que van desde 1,25 hasta 2,62 con respecto al testigo, que presenta un IVG de 0,99, lo cual demuestra que *T. harzianum* TCN-014 y TCC-005, en concentraciones de 10^4 , 10^6 y 10^8 , favorecen la velocidad de germinación. Sin embargo, únicamente la concentración de 10^8 conidias/mL presenta diferencia significativa ($P \leq 0,05$) con respecto al tratamiento testigo, de acuerdo con la prueba de Duncan, con valores medios de IVG de 2,62 y 2,28 para TCN-014 y TCC-005, respectivamente. Según estos resultados, se deduce que a mayor concentración de conidias de *T. harzianum* inoculado, mayor es la velocidad de germinación de las semillas.

TABLA 1. Porcentaje de germinación (PG); Índice de velocidad de germinación (IVG) y Tiempo medio de germinación (TMG) de semillas de maracuyá tratadas con *T. harzianum* TCN-014 y TCC-005 *in vitro*.

Tratamientos	PG	IVG	TMG (d)
TCN-014- 10^4	66,7 abc	1,828 abc	6,6 ab
TCN-014- 10^6	93,3 a	1,962 abc	6,5 a
TCN-014- 10^8	91,7 ab	2,621 a	5,97 a
TCC-005- 10^4	43,3 c	1,249 bc	7,17 ab
TCC-005- 10^6	64,4 abc	1,725 abc	6,7 ab
TCC-005- 10^8	91,1 ab	2,275 ab	6,9 ab
Testigo sin inocular	53,3 c	0,994 c	9,13 b

Promedios con letras distintas indican diferencia significativa según la prueba de Duncan ($P \leq 0,05$).

El TMG indica el tiempo requerido para que germine 50% de las semillas. Los resultados muestran que el TMG para todos los tratamientos fue menor que para el tratamiento testigo, pero únicamente los tratamientos TCN-014 10^6 y TCN-014 10^8 presentaron diferencias significativas ($P \leq 0,05$), con un TMG de 6,5 y 6,0 d al compararlos con el testigo, que presentó un TGM de 9,1 d (Tab. 1). De lo anterior se deduce que la inoculación con la cepa nativa disminuyó el tiempo de germinación de las semillas de maracuyá, con respecto al control y a la cepa comercial. En concordancia, Besnard y Davet (1993) reportaron que semillas de pepino inoculadas con *T. harzianum* germinan en promedio dos días antes que aquellas sin inocular.

Los resultados demuestran que se alcanza mayor velocidad de germinación en la concentración de 10^8 para las dos cepas evaluadas, pero la concentración de 10^6 de la cepa nativa favorece un mayor número de semillas totales germinadas, y solamente la cepa nativa reduce el tiempo promedio de germinación, lo cual demuestra que, en conjunto, esta cepa presenta mejor comportamiento, hecho que puede ser atribuido a una mejor adaptación de la cepa nativa a las condiciones ambientales locales.

Desarrollo de plántulas

En la Tab. 2 se presentan los valores promedio para las variables evaluadas después de dos meses de la inoculación con las dos cepas de *T. harzianum* en las diferentes concentraciones. Los tratamientos TCN-014 10^6 TCC-005 10^8 , y TCN-014 10^8 , en su orden, presentaron mayores efectos sobre la longitud del tallo (LT) con diferencia estadísticamente significativa ($P \leq 0,05$), con respecto al control. Todos los tratamientos, excepto TCC-005 10^4 , presentaron efecto positivo significativo sobre el grosor del tallo en la base (GTB), siendo TCN-014 10^6 el tratamiento con mejor efecto. Todos los tratamientos ocasionaron un efecto superior significativo sobre el número de hojas verdaderas (NHV) con respecto al control, siendo TCN-014 10^8 el tratamiento con mayor efecto, el número de hojas osciló entre 7-8 por plántula tratada y de 5 por plántula no tratada. Todos los tratamientos mostraron efecto positivo sobre la longitud de la raíz (LR), con mejores resultados para las plantas tratadas con TCN-014 10^8 , TCC-005 10^8 y TCN-014 10^6 , con incrementos de 89%, 73% y 63%, respectivamente, en comparación con el tratamiento testigo. Los tratamientos TCN-014 10^8 , TCN-014 10^6 y TCC-005 10^6 y TCC-005 10^8 presentaron resultados significativamente superiores sobre el peso seco total (PST), con incremento de 210%, 125%, 125% y 117%, respectivamente, con respecto al control.

Los resultados anteriores concuerdan con reportes de varios autores que han señalado importantes incrementos en el crecimiento de plántulas inoculadas con *T. harzianum*. Por ejemplo, el aumento de la biomasa de plantas de frijol Dandurand y Knudsen, 1993), plántulas de manzana más largas y vigorosas (Windham *et al.*, 1986), incremento en la biomasa de plantas de tomate (Zambrano, 1989), mayor crecimiento del sistema radicular de plantas de maíz (Börkman *et al.*, 1998) y mejor desarrollo de plantas de crisantemo, petunia, pimienta, tomate, lechuga, zanahoria, col, pepino, algodón, guisantes, frijol, entre otras, tras la aplicación de un producto comercial a base de *Trichoderma*, llamado Promot Plus® (*Trichoderma* fungi, Promot growth, fight diseases). Igualmente, se puede inferir que los resultados benéficos de *T. harzianum* observados sobre

TABLA 2. Medias para longitud del tallo (LT), grosor del tallo en la base (GTB), número de hojas verdaderas (NHV), longitud de la raíz (LR) y peso seco total (PST); de las plántulas de maracuyá establecidas en el invernadero durante dos meses.

Tratamientos	LT (cm)	GTB (mm)	NHV	LR (cm)	PST (g)
TCN-014-10 ⁴	17,4 bc	0,98 b	7,0 b	9,4 c	0,195 bc
TCN-014-10 ⁶	19,5 b	1,32 a	7,0 b	12,2 b	0,243 ab
TCN-014-10 ⁸	23,7 a	1,12 b	8,5 a	14,2 a	0,335 a
TCC-005-10 ⁴	16,9 bc	0,93 bc	6,8 b	9,3 c	0,193 bc
TCC-005-10 ⁶	18,4 bc	1,09 b	7,0 b	10,2 c	0,243 ab
TCC-005-10 ⁸	20,1 ab	1,12 b	7,8 ab	13,0 ab	0,235 b
Testigo sin inocular	14,5 c	0,84 c	5,0 c	7,5 d	0,108 c

Promedios con letras distintas indican diferencia significativa según la prueba de Duncan ($P \leq 0,05$).

el crecimiento de las plantas de maracuyá en el presente trabajo (Fig. 2) se deben posiblemente a la sumatoria de varias características reportadas previamente para diferentes aislamientos de esta especie en suelos cálidos tropicales, entre las cuales se puede mencionar su capacidad de producir ácido indolacético (Valencia *et al.*, 2005), sustancia que favorece el alargamiento de las raíces permitiendo una mejor captura de nutrientes en el suelo por parte de la planta: la capacidad de transformar la materia orgánica del suelo y solubilizar fosfatos orgánicos e inorgánicos (Vera *et al.*, 2002 y Godes, 2007), contribuyendo de esta manera a una mejor nutrición vegetal, y finalmente su efecto biocontrolador de fitopatógenos en el suelo, razón por la cual diferentes aislamientos han sido utilizados como ingrediente activo de diferentes bioproductos comerciales para la agricultura en Colombia (Moreno *et al.*, 2007).

Conclusiones

Además del efecto antagónico reportado contra *F. oxysporum* y *F. solani*, causantes de la secadera del maracuyá, por parte de las cepas nativa (TCN-0014) y comercial

(TCC-005) de *Trichoderma harzianum*, estas cepas también tienen un efecto estimulador de la germinación *in vitro* de semillas de maracuyá, pero la inoculación con la cepa nativa mejora los resultados en porcentaje de germinación, aumenta la velocidad de germinación y disminuye el tiempo promedio de germinación hasta 3 d. Igualmente las dos cepas evaluadas promueven significativamente el desarrollo de las plántulas, con importantes incrementos en todas las variables evaluadas, sobresaliendo el efecto sobre la biomasa total y la longitud de raíces. Sin embargo, la cepa nativa presenta un efecto superior en todas las variables con respecto a la cepa comercial; este hecho indica la conveniencia de usar microorganismos locales para la elaboración de productos biofertilizantes, biopromotores o biocontroladores, dada su mejor adaptación a las condiciones climáticas y edáficas de la zona agroecológica donde se esperan aplicar en condiciones de campo. Por lo anterior se concluye que es pertinente avanzar en el desarrollo y la evaluación en campo de un bioproducto multifuncional para el control de hongos fitopatógenos y para promover el crecimiento y desarrollo del maracuyá en la zona bananera del Caribe colombiano.

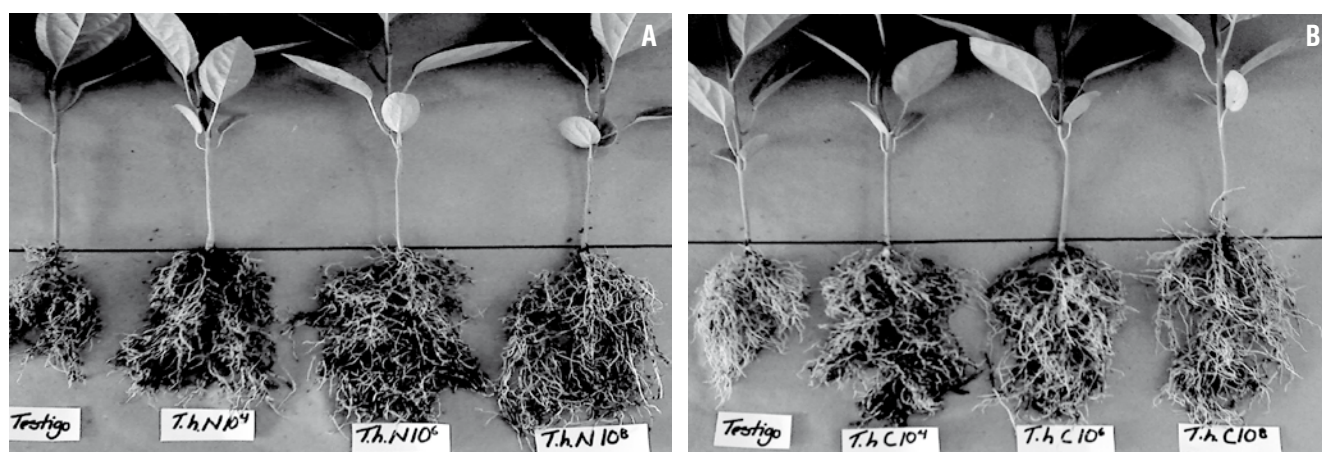


FIGURA 2. Plántulas de maracuyá después de ser tratadas con *T. harzianum* nativa (A) y comercial (B) en las concentraciones correspondientes 10⁴, 10⁶ y 10⁸ células/mL.

Agradecimientos

Los autores del presente trabajo expresan sus agradecimientos a la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica), Estación Experimental Caribia, donde se desarrolló la investigación, a la Compañía Envasadora del Atlántico (CEA) por la cofinanciación y a la Universidad Popular del Cesar, Valledupar.

Literatura citada

- Altomare, C., W.A. Norvell, T. Björkman y G.E. Harman. 1999. Solubilization of phosphates and micronutrients by the plant-growth-promoting and biocontrol fungus *Trichoderma harzianum* Rifai 1295-22. *Appl. Environ. Microb.* 65(7), 2926-2933.
- Belanger, R., N. Dufuor, J. Caron y N. Benhamou. 1995. Chronological events associated with the antagonistic properties of *Trichoderma harzianum* against *Botrytis cinerea*: Indirect evidence for sequential role of antibiotics and parasitism. *Biocontrol Sci. Technol.* 5, 41-54.
- Besnard, O. y P. Davet. 1993. Mise en évidence de souches de *Trichoderma* spp. à la fois antagonistas de *Pythium ultimum* et stimulatrices de la croissance des plantes. *Agron. J.* 13, 413-421.
- Börkman, T., L. Blanchard y G. Harman. 1998. Growth enhancement of shrunken-2 sweet corn by *Trichoderma harzianum*: effect of environmental stress. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 23(1), 295-322.
- Brown, R. y D. Mayer. 1988. Representing cumulative germination. I. A critical analysis of single - value germination indices. *Ann. Bot.* 61, 117-125.
- Carbonó de la Hoz, E. y Z. Cruz. 2005. Identificación de coberturas promisorias para cultivo de banano en la zona de Santa Marta Colombia. *Intropica* 2, 7-22.
- Castro, A. y C. Rivillas. 2005. Bioregulación de *Rhizoctonia solani* en germinadores de café. *Boletín Cenicafe. Avance Técnico* N° 336, Chinchiná, Colombia.
- Chet, I. y J. Inbar. 1994. Biological control of fungal pathogens. *Appl. Biochem. Biotechnol.* 48, 37-43.
- Chet, I., J. Inbar e I. Hadar. 1997. Fungal antagonists and mycoparasites. pp. 165-192. En: Wicklow, D. y B. Söderström (eds.). *The Mycota IV: Environmental and microbial relationships*. Springer Verlag, New York.
- Dandurand, L. y G. Knudsen. 1993. Influence of *Pseudomonas fluorescent* on hyphal growth and biocontrol activity of *Trichoderma harzianum* in the spermosphere and rhizosphere of pea. *Phytopathol.* 83(3), 265-270.
- García, J., J. Monteith y G. Squire. 1982. Time, temperature, and germination of pearl millet (*Pennisetum typhoides* S. & H.). *J. Exp. Bot.* 33, 288-296.
- Godes, A. 2007. Perspectivas de los inoculantes fúngicos en Argentina. pp. 11-14. En: Izaguirre-Mayoral, M.L., C. Labandera y J. Sanjuán (eds.). *Biofertilizantes en Iberoamérica: una visión técnica, científica y empresarial*. Imprenta Denad Internacional, Montevideo.
- Gómez, G. 2005. Maracuyá, Nueva opción para zona bananera del Magdalena. En: Presidencia de la República de Colombia, <http://www.presidencia.gov.co/sne/2005/junio/10/08102005.htm>; consulta: 7 de febrero de 2009.
- González, M., I. Torres y H. Guzmán. 2002. Búsqueda de resistencia natural contra patógenos de raíz *Phytophthora capsici*, *Fusarium solani* y *Fusarium oxysporum* en colectas de Chile. En: Proc. 16th Intl. Pepper Conf. 10 de noviembre de 2002. Tampico y Tamaulipas, México.
- Howell, C.R. 2003. Mechanisms employed by *Trichoderma* species in the biological control of plant diseases: The history and evolution of current concepts. *Plant Dis.* 87, 4-10.
- Jensen, D. y H. Wolffhechel. 1995. The use of fungus, particularly *Trichoderma* spp. and *Gliocladium* spp. to control root rot and damping diseases. pp. 117-189. En: Heikki M., T. Hokkanen y M. James (eds.). *Biological control: benefits and risks*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Moreno-Sarmiento, N., L. Moreno-Rodríguez y D. Uribe-Vélez. 2007. Biofertilizantes para la agricultura en Colombia. pp. 38-45. En: Izaguirre-Mayoral, M.L., C. Labandera y J. Sanjuán (eds.). *Biofertilizantes en Iberoamérica: una visión técnica, científica y empresarial*. Imprenta Denad Internacional, Montevideo.
- Rodríguez, P. 1998. Frutos de la investigación Corpoica cinco años. Compendio de productos y procesos de investigación y desarrollo tecnológico. Corpoica, Bogotá.
- Sid-Ahmed, A., M. Ezziyyani, C. Pérez-Sánchez y M. Candela. 2003. Effect of chitin on biological control activity of *Bacillus* spp. and *Trichoderma harzianum* against root rot disease in pepper (*Capsicum annuum*) plants. *Eur. J. Plant Pathol.* 109, 418-426.
- Statistical Graphics Corporation. 2000. *Stagraphics Plus* para Windows 5.1. Warrenton, VA.
- Suárez, C., R. Fernández, N. Valero, R. Gámez y A. Páez. 2008. Antagonismo *in vitro* de *Trichoderma harzianum* Rifai sobre *Fusarium solani* (Mart.) Sacc., asociado a la marchitez en maracuyá. *Rev. Colomb. Biotechnol.* 10(2), 35-43.
- Sutton, J. y G. Peng. 1993. Biocontrol of *Botrytis cinerea* in strawberry leaves. *Phytopathol.* 83, 615-621.
- Valencia, H., J. Sánchez y N. Valero. 2005. Producción de ácido indolacético por microorganismos solubilizadores de fosfato presentes en la rizósfera de *Espeletia grandiflora* y *Calamagrostis effusa* del Páramo el Granizo. pp. 177-193. En: Bonilla, M. (ed.). *Estrategias adaptativas de plantas de páramo y del bosque altoandino en la cordillera oriental de Colombia*. Unibiblos, Bogotá.
- Valencia, H., J. Sánchez, D. Vera, N. Valero y M. Cepeda. 2007. Microorganismos solubilizadores de fosfatos y bacterias fijadoras de nitrógeno en páramos y región cálida tropical (Colombia) pp. 169-183. En: Sánchez, J. (ed.). *Potencial biotecnológico de microorganismos en ecosistemas naturales y agroecosistemas*. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Valero, N. 2007. Determinación del valor fertilizante de microorganismos solubilizadores de fosfato en cultivos de arroz. pp. 169-183. En: Sánchez, J. (ed.). *Potencial biotecnológico de microorganismos en ecosistemas naturales y agroecosistemas*. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Vera, D., H. Pérez y H. Valencia. 2002. Aislamiento de hongos solubilizadores de fosfatos de la rizosfera del arazá (*Eugenia stipitata*, Myrtaceae). *Acta Biol. Colomb.* 7, 33-40.
- Windham, M., Y. Elad y R. Baker. 1986. A mechanism for increased plant grow induced by *Trichoderma* spp. *Phytopathol.* 76, 518-521.
- Zambrano, C. 1989. Efecto de la concentración de inóculo de *Trichoderma harzianum* sobre el desarrollo de *Macrophomina phaseolina*. p. 56. En: Resúmenes XI Seminario Nacional de Fitopatología. Sociedad Venezolana de Fitopatología. 19 al 23 de Noviembre 1989. Trujillo, Venezuela.