

# Uso de Bioinsumos para Sustituir la Turba Comercial en el Cultivo de Plántulas de Pimentón

Pedro L. Tovar Lizardo<sup>1\*</sup>, Aldo J. López Gómez<sup>2</sup>, Osmicar M. Vallenilla Gonzalez<sup>3</sup> y Yasmini María De La Rosa<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Fundación para la Salud del estado Sucre (FUNDASALUD-Sucre), <sup>2</sup>Profesor: Universidad Nacional Agraria de la Habana (UNAH) y <sup>3</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). <sup>4</sup>Universidad Bolivariana de Venezuela Misión Sucre

Correo electrónico: Osmicar@hotmail.com

Apdo. Postal 6101. Cumaná, estado Sucre. Venezuela.

## Resumen

La turba comercial ha sido frecuentemente empleada para producir plántulas de pimentón (*Capsicum annum* L.), pero por ser importada se eleva de precio y escasea en el mercado, por lo que se emplearon bioinsumos disponibles en la zona para producir plántulas de pimentón con un enfoque agroecológico, utilizándose la combinación de cuatro sustratos (turba comercial, suelo, hojarasca y gallinaza) con y sin *Trichoderma*, y semillas de pimentón de la variedad "Cacique". La altura, diámetro del tallo, longitud de la raíz y número de hojas fueron las variables evaluadas empleando un diseño totalmente aleatorio y un arreglo de tratamiento bifactorial. Los resultados fueron sometidos a la prueba de rangos múltiples de Tukey. Los mejores resultados se obtuvieron en las mezclas M<sub>4</sub> (75% hojarasca + 25% gallinaza con *Trichoderma*), M<sub>3</sub> (50% suelo + 25% hojarasca + 25% gallinaza con *Trichoderma*) que corresponden a los de mayor crecimiento. Esto demuestra que la riqueza nutricional de los sustratos y la aplicación de *Trichoderma harzianum* constituyen una alternativa agroecológica factible para la obtención de plántulas aptas para el trasplante en los sistemas de producción hortícola.

*Palabras claves:* Agroecología, *Capsicum annuum* L.; Plántulas; *Trichoderma harzianum*.

### **Abstract**

Commercial peat has frequently been used to produce seedlings of pepper (*Capsicum annuum* L.), but being imported price rises and scarce in the market, so they were used in the bio-inputs available to produce seedlings with paprika agroecological approach, using a combination of four substrates (commercial peat, soil, litter and manure) with and without *Trichoderma*, and paprika seed variety “Cacique”. The height, stem diameter, root length and number of leaves were the variables evaluated using a completely randomized design and an array of two-factor treatment. The results were subjected to the multiple range test of Tukey. The best results were obtained in M<sub>4</sub> mixtures (75% + 25% litter manure with *Trichoderma*), M<sub>3</sub> (50% soil + 25% + 25% litter manure with *Trichoderma*) corresponding to the fastest growing. This shows that the nutritional richness of substrates and application of *Trichoderma harzianum* are feasible agroecological alternative for obtaining suitable for transplantation in horticultural production systems seedlings.

*Key words:* Agroecology, *Capsicum annuum* L.; seedlings; *Trichoderma harzianum*

### **Introducción**

La turba comercial ha sido el material más frecuentemente empleado como componente de los sustratos para la producción de plántulas; pero en la mayoría de los casos este es un recurso importado, y por ende, es inevitable que su precio se incremente, por lo que resulta indispensable obtener sustitutos para la misma (Restrepo *et al.*, 2013). La sustitución de insumos externos por procesos naturales es un principio agroecológico que permite optimizar los sistemas campesinos y desarrollar

agroecosistemas sostenibles, constituyéndose en la base productiva de los movimientos rurales que promueven la soberanía alimentaria (Altieri y Nicholls, 2013).

Los materiales compostados como restos de vegetación herbácea, arbustiva y arbórea, cama de pollo y humus de lombriz resultan beneficiosos para la obtención de plántulas de pimentón (*Capsicum annuum* L.), debido a que aportan nutrientes y mejoran las condiciones físicas de los medios de crecimiento (De Grazia *et al.*, 2011).

Frecuentemente, los agrosistemas destinados a producir plántulas de calidad requieren de la acción de agentes biológicos como *Trichoderma harzianum*, que las protejan de no presentar problemas con enfermedades causadas por patógenos fúngicos habitantes del suelo. Este agente actúa de manera indirecta, induciendo el sistema de defensa de las plántulas en desarrollo, y de manera directa, a través de la competencia por el espacio y los nutrientes, e inactivando los sistemas de ataque de los patógenos. Así mismo, produce sustancias bioestimuladoras del crecimiento radicular y participa en la solubilización y absorción de micronutrientes (Navarro *et al.*, 2010; Sandoval y Noelting, 2011).

En el Plan de la Patria 2013-2019, se ha establecido como meta incrementar la producción hortícola en un 40%, con la finalidad de contribuir al logro de la soberanía alimentaria para garantizar el sagrado derecho a la alimentación de nuestro pueblo; por lo que resulta indispensable revertir la dependencia de la turba comercial.

Los objetivos de este trabajo fueron producir plántulas de pimentón con un enfoque agroecológico, determinar la riqueza nutricional de las mezclas y evaluar el efecto de las mezclas y *Trichoderma harzianum* en el desarrollo de las plántulas.

## **Materiales y Métodos**

*Ubicación:* Se realizó en la granja multipropósito “Cristina”, ubicada en el sector Morahal, municipio Ribero, estado Sucre (10°29'45” de latitud norte y 63°33'14” de longitud oeste).

*Condiciones climáticas:* Precipitaciones promedio anual 76,5 mm con distribución en el tiempo unimodal, con un valor promedio máximo en agosto de 150,3mm. La temperatura media varió de 24,9 a 28,2°C y la humedad relativa media de 59 a 69%.

*Insumos:* Semillas de pimentón variedad “Cacique”, adquiridas comercialmente. Turba negra (marca Stender), adquirida comercialmente. Suelo de la zona, clasificado taxonómicamente como inceptisol. Hojarasca descompuesta presente en la granja. Gallinaza obtenida del estiércol de pollo generado en la granja, satinizado (Pérez y Villegas, 2009) y madurado. *Trichoderma harzianum* a una concentración de  $5 \times 10^9$  conidios/g, producido por el Instituto Nacional de Salud Agrícola Integral (INSAI).

*Mezclas:* M<sub>1</sub> (100% turba), M<sub>2</sub> (100% Suelo), M<sub>3</sub> (50% suelo + 25% hojarasca + 25% gallinaza compostada), M<sub>4</sub> (75% hojarasca + 25% gallinaza compostada), todos con y sin *Trichoderma*.

*Variables evaluadas:* Propiedades físico-químicas de las mezclas, altura de la plántula (cm), diámetro del tallo (mm), número de hojas, longitud de la raíz (cm).

*Diseño y análisis estadístico:* El diseño experimental fue totalmente aleatorio, en un arreglo de tratamiento bifactorial, siendo los factores experimentales las diferentes mezclas (M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub>, M<sub>3</sub>, M<sub>4</sub>). Utilizándose 20 plántulas por bandeja de 120 alveolos para la medición-observación y dividiéndose en grupos de 4, para luego hallar una media del grupo, por lo que se conocieron 5 réplicas por bandeja. Los resultados fueron sometidos a la prueba de rangos múltiples de Tukey al 5% de significancia estadística a las medias de las mezclas.

## Resultados y Discusión

En el Cuadro 1, se observa que el pH varió entre 6,0 y 8,2, autores como Depestre *et al.* (2009), recomiendan que los rangos óptimos para el cultivo de pimentón deben oscilar entre 5,5 y 6,8. La M<sub>2</sub> presenta un pH de 8,2 lo que puede disminuir la disponibilidad de fósforo y provocar la supresión de los organismos fijadores de nitrógeno que disminuyen su actividad a pH superiores de 7,4 (Charcas *et al.*, 2012).

Los resultados obtenidos de MO en las mezclas que contienen hojarasca compostada (M<sub>3</sub>, M<sub>4</sub>) concuerdan con los encontrados por Castellanos y León (2011), así mismo se ha demostrado experimentalmente que el compost de ave de corral mezclado con otros sustrato puede aportar entre 33% a 40% del total de la MO (Barbaro *et al.*, 2011).

Cuadro 1. Comportamiento del pH, materia orgánica y macroelementos

Mezcl.	pH	(%)						cmol/kg	dS/m
		MO	N	P	K	Mg	Ca	Al	C.E
M <sub>1</sub>	6,0	40,50	0,75	0,178	0,159	0,402	0,594	0,28	1,98
M <sub>2</sub>	8,2	7,54	0,20	0,0007	0,009	0,588	0,835	0,14	0,30
M <sub>3</sub>	6,8	13,14	0,32	0,027	0,065	0,567	0,767	0,17	0,93
M <sub>4</sub>	6,4	15,46	0,36	0,042	0,099	0,396	0,555	0,25	0,87

Los valores de nitrógeno (N) obtenidos para M<sub>3</sub>, M<sub>4</sub> difieren de los reportados por Castellanos y León (2011) quienes obtuvieron valores entre 1,68% y 2,044% en la hojarasca descompuesta, esto se debe principalmente a que ese estudio fue realizado exclusivamente en la hojarasca proveniente de *Acacia mangium* que es una leguminosa fijadora de nitrógeno. El análisis de los contenidos de fósforo (P) y potasio (K) refleja, desde el punto de vista nutricional, que M<sub>2</sub> tiene los menores valores, mientras que M<sub>1</sub> resultó ser el más enriquecido. Los resultados obtenidos para M<sub>3</sub> y M<sub>4</sub> coinciden con los reportados por Castellanos y León (2011).

La M<sub>2</sub> exhibió el mayor valor de magnesio (Mg), lo que sugiere que en el suelo de la zona deben estar presentes fuentes de Mg, como nesosilicatos, filosilicatos, inosilicatos, entre otros (Martín y Durán, 2008). Con relación al contenido de calcio (Ca) se evidencia que son superiores a los niveles de Mg, esto demuestra la ausencia de un antagonismo entre dichos elementos de radio iónico similar, por lo que en el complejo de absorción de los sustratos no debe existir competencia por los mismos sitios de intercambio (Mikkelsen, 2010).

El aluminio intercambiable (Al) es el catión predominante en la acidez de los suelos tropicales, tiende a precipitar a pH de 5,5 a 6,0. La presencia de Al intercambiable en los suelos es causa de toxicidad para las plantas, cuando se encuentra por encima de 1 cmol.kg<sup>-1</sup> es causa directa de reducción de los rendimientos por la disolución aluminio, el cual provoca una inhibición de la división celular, reduciendo la longitud radicular (Álvarez *et al.*, 2012).

La determinación de la conductividad eléctrica (C.E) es una forma indirecta de medir la salinidad de extractos de suelo o de los sustratos empleados como medios de cultivo. Los valores en los sustratos evaluados están en el orden de los 0,30 a 1,98 dS/m, por lo que pueden clasificarse como no salinos. La salinidad es una limitante en cultivos agrícolas a nivel mundial, que ocasiona alteraciones en el crecimiento, baja absorción y distribución de nutrientes a diferentes órganos de la planta y cambios en la calidad (García *et al.*, 2010).

Como se observar en el Cuadro 2, existe interacción entre las mezclas y *Trichoderma harzianum* (Th). Con respecto a la altura de las plántulas. La mezcla M<sub>4</sub>+Th es donde se observa el mayor valor, resultados que concuerdan con los reportados por De Grazia *et al.* (2011), los cuales afirman que la presencia de materiales compostados de origen

vegetal en los sustratos permite incrementar la altura de las plántulas de pimentón, debido a que este material aporta los nutrientes necesarios y mejora las condiciones físicas de los medios de crecimiento (Vásquez *et al.*, 2011).

La mezcla M<sub>2</sub> con y sin Th manifiestan la menor influencia en la altura de las plántulas lo cual puede estar relacionado con su menor contenido nutricional lo que afecta el funcionamiento del sistema suelo-planta reflejándose en el desarrollo de las plántulas (Borges *et al.*, 2012).

Cuadro 2. Influencia de la interacción de los factores *Trichoderma harzianum* y mezclas sobre la altura y diámetro de las plántulas de pimentón a los 35 días

Mezclas	X Altura(cm)	X Diámetro(mm)
M <sub>4</sub> + Th	12,46 a	2.51 a
M <sub>3</sub> + Th	11,33 b	2.25 b
M <sub>4</sub> sin Th	11,33 b	2.15 bc
M <sub>1</sub> + Th	11,31 b	2.23 b
M <sub>3</sub> sin Th	9,97 c	2.07 cd
M <sub>1</sub> sin Th	9,94 d	2.03 cd
M <sub>2</sub> + Th	8,34 e	1.98 d
M <sub>2</sub> sin Th	7,45 f	1.84 e
Sx	0.097 *	0.028*
CV	2.12 %	3.03 %

Letras iguales en columnas no difieren según Tukey a un 5% de probabilidad.

La aplicación de Th a M<sub>4</sub> influye significativamente en la altura de las plántulas, manifestándose la interacción de forma positiva, resultados que concuerdan con los reportados por Jiménez *et al.* (2011), quienes observaron un mayor crecimiento de las plántulas al aplicar Th en los medios de cultivo, principalmente en los sustratos con compost, debido a que este agente fúngico participa en la solubilización de micronutrientes e incrementan la absorción de nutrientes favoreciendo el crecimiento de los plántulas, además protege directa e indirectamente contra el ataque de hongos patógenos (Sánchez y Rebolledo, 2010; Sandoval y Noelting, 2011).

Con respecto al diámetro del tallo de las plántulas, se evidencia que en la mezcla M<sub>4</sub>+Th se manifiesta el mayor valor, resultados que concuerdan con los reportados por Neyra *et al.* (2013), lo cual puede estar asociado a los efectos benéficos del Th y a la presencia de sustancias húmicas en la hojarasca compostada, como los ácidos húmicos que tienen efectos significativos sobre los ácidos fúlvicos en los procesos de crecimiento (Tian *et al.*, 2010).

La mezcla M<sub>2</sub> sin Th manifiestan la menor influencia en el grosor del tallo de las plántulas, efecto puede estar condicionado por lo bajos niveles de nutrientes que presenta este sustrato, así como a los efectos provocados por su pH alcalino (Borges *et al.*, 2012; Charcas *et al.*, 2012).

Se evidencia que al aplicar Th la mayoría de las mezclas presentan un mayor diámetro del tallo, lo que concuerda con lo reportado por Neyra *et al.* (2013), quien observó la misma tendencia, debido a los efectos benéficos de este agente sobre las plántulas.

En el Cuadro 3, se evidencia el comportamiento de la longitud de la raíz y el número de hojas, en la misma se puede observar que no hay interacción entre los efectos principales de cada factor. Con respecto a la longitud de la raíz se observa que la mezcla M<sub>4</sub> expresa el mayor valor, resultados que pueden estar favorecidos por la acción de las sustancias húmicas generadas por la hojarasca y gallinaza (Tian *et al.*, 2010).

Cuadro 3. Longitud de la raíz y número de hojas, efectos principales de cada factor en las plántulas de pimentón a los 35 días

Mezclas	X Long. Raíz (cm)	X N° Hojas (Original)	X N° Hojas (Transformada)
M <sub>4</sub>	7,73 a	7,52	2,73 a
M <sub>3</sub>	6,97 b	7,20	2,67 a
M <sub>1</sub>	6,92 b	7,20	2,67 a
M <sub>2</sub>	5,06 c	6,70	2,56 b



Sx	0,036*		0,024*
CV	1,12 %		2,92%

Letras iguales en columnas no difieren según Tukey a un 5% de probabilidad.

Con respecto al número de hojas, se puede evidenciar que las mezclas M<sub>4</sub>, M<sub>3</sub> y M<sub>1</sub>, no presentan diferencias significativas entre ellos, pero si con M<sub>2</sub>, lo cual, puede estar relacionado con el contenido nutricional de cada mezcla, ya que a pesar que este parámetro es una característica variable de cada especie, también se influenciado por la temperatura, humedad, cantidad y calidad de luz solar y nutrición (Morales y Pachacama, 2011).

En el Cuadro 4 se evidencia que la aplicación de Th promueve el crecimiento de las raíces, resultados que concuerdan con los reportados por Jiménez *et al.* (2011), debido a que Th actúa como bioestimulador del crecimiento radicular mediante la secreción de fitohormonas como el ácido 3-indol acético, así como induciendo la resistencia sistémica, debido a que modula o estimula algunas respuestas de las plantas (Cano, 2011).

Cuadro 4. Efectos de *Trichoderma harzianum* sobre la longitud de la raíz y el número de hojas, en las plántulas de pimentón a los 35 días

Th	X Long. Raíz	X N° Hojas (Original)	X N° Hojas (Transformada)
CON	6,92 a	7,48	2,72 a
SIN	6,42 b	6,82	2,59 b
Sx	0,025*		0,017*
CV	1,12 %		2.92

Letras iguales en columnas no difieren según Tukey a un 5% de probabilidad.

Con respecto al número de hojas, se puede observar que existe diferencia significativa positiva al aplicar Th, resultados que concuerdan con los reportados por Jiménez *et al.* (2011), quienes observaron que este agente ejerce una acción estimulante en las plántulas, incrementando el número de hojas funcionales.

## Conclusiones

La turba comercial presentó mayor riqueza nutritiva, sin embargo, en la mayoría de los casos las mezclas de sustratos empleados como bioinsumos proporcionaron plántulas de mejor o igual calidad que los obtenidos empleando la misma, en el sistema de bandejas multialveolares.

La utilización de los sustratos orgánicos a base material compostado y *Trichoderma harzianum* constituye una alternativa agroecológica viable para la obtención de plántulas de pimentón aptas para el trasplante, empleando el sistema de bandejas multialveolares.

### **Literatura citada**

Altieri, M., y C. Nicholls. 2013. Agroecología: única esperanza para la soberanía alimentaria y la resiliencia socioecológica. *Agroecología*, 7(2):65-83.

Álvarez, I., I. Reynaldo, P. Sánchez y M. Risueño. 2012. Efecto del aluminio en la división y el alargamiento celular en plántulas de arroz (*Oryza sativa* L.). *Cultivos Trop.*, 33(1):35-40.

Barbaro, L., M. Karlanian, D. Morisigue, P. Rizzo, N. Riera, V. Torre y D. Crespo. 2011. Compost de aves de corral como componente de sustratos. *Ci. Suelo*, 29(1):83-90.

Borges, J., M. Barrios, E. Sandoval, Y. Bastardo y O. Márquez. 2012. Características físico-químicas del suelo y su asociación con macroelementos en áreas destinadas a pastoreo en el estado Yaracuy. *Bioagro*, 24(2):121-126.

Cano, M. 2011. Interacción de microorganismos benéficos en plantas: Micorrizas, *Trichoderma* spp. y *Pseudomonas* spp. una revisión. *U.D.C.A. Act. & Div. Cient.*, 14(2):15-31.

Castellanos, J., y J. León. 2011. Descomposición de hojarasca y liberación de nutrientes en plantaciones de *Acacia mangium* (Mimosaceae) establecidas en suelos degradados de Colombia. *Biología Trop.*, 59(1):113-128.

Charcas, H., J. Aguirre y H. Durán. 2012. Suelos irrigados en la región de Rioverde, San Luis Potosí, México. *Rev. Mex. Cien. Agric.*, 3(3):509-523.

De Grazia, J., P. Tiftonell y A. Chiesa. 2011. Fertilización nitrogenada en plantines de pimiento (*Capsicum annuum* L.) cultivados en sustratos con diferentes proporciones de materiales compostados: efecto sobre los parámetros de calidad del plantín. *Rev. FCA UNCUYO*, 43(1):175-186.

Depestre, T., Y. Rajme y N. Ramírez. 2009. Guía técnica para la producción del cultivo de pimiento. Pub. Instituto de Investigaciones Hortícolas "Liliana Dimitrova", La Habana, Cuba. 18 p.

García, M., G. García y M. Sanabria. 2010. Efectos de la salinidad sobre el crecimiento, daño oxidativo y concentración foliar de metabolitos secundarios en dos variedades de caraota (*Phaseolus vulgaris* L.). *Interciencia*, 35(11):840-846.

Jarquín, A., S. Salgado, D. Palma, W. Camacho y A. Guerrero. 2011. Análisis de nitrógeno total en suelos tropicales por espectroscopía de infrarrojo cercano (NIRS) y quimiometría. *Agrociencia*, 45(6):653-662.

Jiménez, C., N. Sanabria, G. Altuna y M. Alcano. 2011. Efecto de *Trichoderma harzianum* (Rifai) sobre el crecimiento de plantas de tomate (*Lycopersicon esculentum* L.). *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*, 28:1-10.

Martín, N. y J. Durán. 2008. El suelo y su fertilidad. Pub. UNAH, La Habana, Cuba. 20 p.

Mikkelsen, R. 2010. Soil and fertilizer magnesium. *Better Crops*, 94(2):26-28.

Morales, E. y S. Pachacama. 2011. Evaluación agronómica de cinco híbridos, de pimiento dulce (*Capsicum annuum L.*) con tres dosis de fertilización química, bajo invernadero en la parroquia de Pifo. Tesis de Grado. Universidad Estatal de Bolívar, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y Ambiente, Escuela de Ingeniería Agronómica, Guaranda, Ecuador. 137 p.

Navarro, B., F. Sosa, L. Castellanos, E. Casanovas, R. Soto y R. Hernández. 2010. Influencia de *Trichoderma harzianum* en el enraizamiento de *Gardenia jasminoides* N. W. Ellis. Centro Agrícola, 37(3):23-28.

Neyra, S., L. Terrones, L. Toro, B. Zárate y B. Soriano. 2013. Efecto de la inoculación de *Rhizobiumetli* y *Trichoderma viride* sobre el crecimiento aéreo y radicular de *Capsicum annum* var. *longum*. Rebiolest, 1(1):13-21.

Pérez, M. y R. Villegas. 2009. Procedimientos para el manejo de residuos orgánicos avícolas. Manual técnico. Tesis de Grado. Universidad de Antioquia, Facultad de Zootecnia, Medellín, Colombia. 125 p.

Programa de la Patria (2013-2019). Grandes objetivos históricos y objetivos nacionales. Disponible en línea: <http://blog.chavez.org.ve/programa-patria-venezuela-2013-2019/idependencia-nacional/#.U305k9J5N6c> [Consultada el 21 de mayo de 2014].

Restrepo, A., J. García, R. Moral, F. Vidal, M. Pérez, M. Bustamante y C. Paredes. 2013. Análisis de costes comparativo del uso de compost derivados de procesos de biometanización en sustitución de turbas en semilleros hortícolas comerciales. Cien. Inv. Agr., 40(2):253-264.

Sánchez, V., y O. Rebolledo. 2010. Especies de *Trichoderma* en suelos cultivados con *Agave tequilana* en la región de Los Altos Sur, Jalisco y valoración de su capacidad antagónica contra *Thielaviopsis paradoxa*. Rev. Mex. Micol., 32:11-18.

Sandoval, M., y M. Noelting. 2011. Producción de conidios de *Trichoderma harzianum* Rafai en dos medios de multiplicación. *Fitosanidad*, 15(4):215-221.

Tian, L., E. Dell y W. Shi. 2010. Chemical composition of dissolved organic matter in agroecosystems: Correlations with soil enzyme activity and carbon and nitrogen mineralization. *Applied. Soil. Ecology*, 46(3):426-435.

Vásquez, C., J. García, E. Salazar, J. López, R. Valdez, I. Orona, M. Gallegos y P. Preciado. 2011. Aplicación de estiércol solarizado al suelo y la producción de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.). *Rev. Chapingo Serie Hortic.*, 17 (1):69-74.