

USO DE ABONOS ORGÁNICOS EN LA PRODUCCIÓN DE TOMATE EN INVERNADERO

Use of Organic Fertilizer in Tomato Production in Greenhouse

Norma Rodríguez Dimas¹, Pedro Cano Ríos^{1‡}, Uriel Figueroa Viramontes², Esteban Favela Chávez¹, Alejandro Moreno Reséndez¹, Cándido Márquez Hernández³, Esmeralda Ochoa Martínez² y Pablo Preciado Rangel⁴

RESUMEN

El propósito del estudio fue evaluar el té de compost como fertilizante orgánico para la producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en invernadero. Durante el otoño-invierno 2005-2006 se evaluaron los cultivares de tomate Granitio y Romina en tres tratamientos de fertilización: F1 = arena + solución nutritiva inorgánica; F2 = arena + té de compost y F3 = mezcla de arena + compost (relación 1:1; v/v) + té de compost diluido (relación 1:3; v/v, té de compost: agua de la llave). Los seis tratamientos se distribuyeron en un diseño completamente al azar. El rendimiento y la calidad de tomate no fueron afectados por los tratamientos de fertilización ($P \leq 0.01$). El rendimiento promedio del cultivar Granitio de 229 Mg ha⁻¹ fue superior ($P \leq 0.01$) al promedio de 189 Mg ha⁻¹ del genotipo Romina. El presente estudio sugiere que, al no haber diferencias en rendimiento entre las fuentes orgánicas e inorgánicas de nutrientes, el té de compost puede ser considerado como un fertilizante alternativo para la producción orgánica de tomate en condiciones de invernadero.

Palabras clave: *Lycopersicon esculentum*, fertilizante orgánico, extractos orgánicos.

SUMMARY

The purpose of this study was to evaluate the use of compost and compost tea as organic fertilizer for tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) production in greenhouse. During 2005–2006 autumn-winter seasons, Granitio and Romina tomato cultivars were evaluated with three fertilizer treatments: F1 = sand + inorganic nutrient solution; F2 = sand + compost tea; and F3 = sand + compost (1:1 v/v) + diluted compost tea (3:1 v/v). The six treatment combinations were distributed in a completely randomized design. Tomato yield and quality were not affected by fertilizer treatments ($P \leq 0.01$). The 229 Mg ha⁻¹ average yield of the Granitio cultivar was higher ($P \leq 0.01$) than the 189 Mg ha⁻¹ average obtained with Romina. This study suggests that since there were no differences in yield between the organic and inorganic nutrient source, compost tea may be considered an alternative fertilizer for organic tomato production in greenhouse.

Index words: *Lycopersicon esculentum*, organic fertilizer, organic extracts.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de tomate en condiciones de sustrato bajo invernadero es capaz de producir frutos de excelente calidad además de cumplir con los estándares de inocuidad alimentaria. Por otra parte, en años recientes, la demanda de productos desarrollados orgánicamente se ha incrementado, debido a que los abonos orgánicos permiten como medios de crecimiento mejorar las características cualitativas de los vegetales consumidos por el hombre (Tourat, 2000). Por lo antes citado, es de gran importancia incrementar el conocimiento acerca de los componentes que conforman los sistemas de producción orgánicos bajo condiciones protegidas, como son: cambios en el sistema de producción, uso

¹ Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-UL. Periférico y Carretera a Santa Fe s/n. 27059 Torreón, Coah., México.

[‡] Autor responsable (canorp49@hotmail.com)

² Campo Experimental La Laguna, Centro de Investigación Regional Norte Centro, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Km 17.5 Carretera Torreón-Matamoros. 27440 Matamoros, Coah., México.

³ Escuela Superior de Biología, UJED. Av. Universidad s/n, Col. Filadelfia. 35070 Gómez Palacio, Durango, México.

⁴ Instituto Tecnológico de Torreón. Km 7.5 Carretera Torreón-San Pedro, Apartado Postal 42. 27070 Torreón, Coah. México.

y dosificación de diferentes abonos orgánicos, normatividad y cultivos (Salazar *et al.*, 2003).

Entre los sistemas de producción orgánica bajo condiciones controladas, la producción de hortalizas con aplicación de enmiendas orgánicas, es una práctica que se ha extendido a escala mundial, por la mínima contaminación del ambiente que conlleva y los resultados satisfactorios que se han encontrado; lo anterior ha revitalizado la idea del reciclaje eficiente de los desechos orgánicos de la actividad agropecuaria, así como el uso de los abonos orgánicos, de tal manera que se reduzca al mínimo imprescindible el uso de los fertilizantes sintéticos como vía de nutrición de las plantas. Recientemente, uno de los abonos orgánicos que ha estado siendo fuertemente impulsado es la aplicación del té de compost ya que representa una alternativa en el control de enfermedades de plantas hortícolas a escala comercial (NOSB, 2004). Se ha demostrado que el té de compost aplicado al follaje ayuda a suprimir cierto tipo de enfermedades (Al-Dahmani *et al.*, 2003; Hoitink y Changa, 2004; Kannangara *et al.*, 2006; USDA, 2006). Sin embargo, existe poca información en el manejo del té de compost en la nutrición de cultivos.

El té de compost es un extracto líquido del compost que contiene microorganismos benéficos, nutrientes solubles y compuestos favorables para las especies vegetales (Dixon y Walsh 1998; Granatstein, 1999; Salter, 2006). El té de compost es un extracto del compost preparado con una fuente de comida microbial como la melaza y además contiene ácidos húmicos y fúlvicos (Kannangara *et al.*, 2006). Scheuerell y Mahaffee (2004) han establecido que en este extracto crecen poblaciones benéficas de microorganismos. El té de compost puede ser usado en la irrigación por goteo en producción orgánica certificada. Los efectos benéficos del té de compost han sido demostrados, pero la mayoría de las respuestas han sido a prueba y error (Ingham, 2005).

El té de compost posee características especiales como la transferencia de la biomasa microbiana, partículas finas de materia orgánica y compuestos químicos como nutrientes solubles del compost que se pueden aplicar al suelo o como fertilizante foliar (De Lara, 2007). Los plaguicidas químicos como insecticidas, fumigantes, herbicidas y el exceso de fertilizantes sintéticos eliminan a diversos microorganismos benéficos que ayudan al crecimiento de las plantas, mientras que el té de compost favorece la presencia de microorganismos benéficos, los cuales a su vez protegen la hoja

de microorganismos patógenos como las cenicillas, royas y bacterias (Abbasi *et al.*, 2002; CCG, 2001). Sin embargo, a pesar de la relevancia que ha tomado recientemente existe poca o ninguna información que documente el té de compost utilizado como medio de fertilización en la producción de tomate bajo invernadero utilizando sustrato. Han reportado rendimientos de tomate orgánico en invernadero de 93 Mg ha⁻¹ cuando se fertiliza con abonos orgánicos como gallinaza (Tüzel *et al.*, 2003) y de 106 Mg ha⁻¹ cuando se aplica fertilizantes orgánicos (Tüzel *et al.*, 2004).

Los tomates producidos orgánicamente tienden a concentraciones altas de vitamina C, licopeno y bajas concentraciones de nitratos (Worthington, 2001). Además, otros resultados señalan que los productos orgánicos contienen menor concentración de plaguicidas que los convencionales (Chen, 2005). Por otro lado, se señala que las aplicaciones de sustancias húmicas de composts incrementan el rendimiento, reducen la proporción de NO₃⁻/NH₄⁺ en el tejido de las hojas y en los frutos se reduce la concentración de nitratos (Siminis *et al.*, 1998). Los composts contienen considerables cantidades de nutrientes que pueden suplementar la nutrición de plantas (Raviv, 1998; Raviv *et al.*, 2004; Raviv *et al.*, 2005). El objetivo de este estudio fue determinar si el té de compost aplicado como fertilizante puede sustituir parcial o totalmente otras formas de fertilizantes en la producción de tomate en invernadero.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio fue conducido en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN) Unidad Laguna, en Torreón, Coahuila, México durante el ciclo 2005-2006, los tratamientos se ordenaron en un diseño completamente al azar, con dos factores de estudio: tres formas de fertilización por dos cultivares: Romina y Granitio (híbridos de crecimiento indeterminado de la compañía Seminis Vegetable Seeds®) con cuatro repeticiones. Las formas de fertilización evaluadas fueron: a) = arena + fertilizantes inorgánicos considerado esto como testigo, b) = arena + té de compost y c) = mezcla de arena + compost (50: 50% v:v) + té de compost diluido (1: 3) es decir, un litro de té de compost por tres litros de agua, de esta mezcla se utilizó un litro por planta. La siembra se realizó el 28 de julio de 2005 en charolas germinadoras rellenas con turba como medio de crecimiento y el trasplante se llevó a cabo el 3 de septiembre de 2005.

El arreglo topológico utilizado consistió de dos hileras de plantas, con una separación entre hileras de 1.60 m y una distancia entre plantas de 30 cm, con una densidad de población de 4.1 plantas m⁻², colocándose una planta por bolsa de plástico negro con capacidad de 18 L. La arena utilizada en los sustratos fue previamente desinfectada con una solución de agua y cloro al 5%. El compost se preparó a partir de estiércol bovino, el cual se obtuvo en un periodo de tres meses. Las características químicas y composición nutrimental de la mezcla compost + arena, de la arena y del té de compost se presentan en el Cuadro 1. La composición de la solución nutritiva empleada en la Fórmula 1 (Cuadro 2) fue la recomendada por Rodríguez-Dimas *et al.* (2008) a la cual se le agregaron microelementos quelatados (Maxiquel multi[®] FeZnMnB 570 EDDHA), hierro, manganeso, zinc y boro suministrados a una dosis de 1.15, 0.49, 0.16 y 0.16 mg L⁻¹, respectivamente.

En la preparación del té de compost se aplicó el método recomendado por Ingham (2005) con una variación consistente en que la bolsa con compost se introdujo en un recipiente con agua durante cinco minutos para lavar el exceso de sales, antes de someterse a oxigenación.

En un tanque de plástico de 200 L se oxigenaron 60 L de agua con una bomba de aire, la cual estaba colocada en la parte inferior del tanque, 2 h antes de introducir la bolsa con seis kg del compost, la oxigenación continuó hasta el fin del proceso (24 h), se agregaron 40 g de piloncillo como fuente de energía para los microorganismos, además se agregaron 15 mL

de Biomix N[®] y 10 mL de Biomix P[®], calculados para cumplir con los requerimientos de nitrógeno y fósforo del cuadro de Rodríguez-Dimas *et al.* (2008).

La aplicación del té de compost fue constante durante todo el ciclo y aireado durante 24 h diariamente; para la Fórmula 2, se aplicaron 0.5 L de té a cada maceta sin diluir, mientras que para la Fórmula 3, el té se diluyó a una proporción de 1:3 utilizando 1 L de té de compost por cada 3 L de agua, de esta mezcla se aplicó 1 L por bolsa. El sustrato para la Fórmula 3 se preparó con mezcla arena + compost, y esta última con elementos nutritivos (Cuadro 1). Para el suministro de agua de riego se utilizó riego por goteo en todo los tratamientos y la cantidad de agua aplicada, según la etapa fenológica del cultivo, osciló de 0.35 a 1.9 L por planta (Cuadro 3). El agua de riego utilizada se clasificó como C1S1 (bajo riesgo de salinización y alcalinización) y con una relación de adsorción de sodio (RAS) de 2.18 (Ayers y Westcot, 1994). Las temperaturas mínimas y máximas medias dentro del invernadero fueron 12.4 y 32.9 °C, respectivamente durante el ciclo del cultivo que duró 243 días.

Se evaluaron un total de 18 plantas por tratamiento en las cuales se registró: altura de planta, días a inicio de floración, rendimiento total, la calidad de fruto se determinó en cuatro plantas por tratamiento, y en dos frutos por racimo de la posición 2 y 3, considerando las siguientes variables: peso individual, diámetro polar y ecuatorial, contenido de sólidos solubles, espesor de pulpa y número de lóculos por fruto.

Cuadro 1. Análisis químico y nutrimental de compost, arena y té de compost. UAAAN-UL, Torreón, Coah. 2005.

Tratamientos	N	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Zn	Mn	pH	CE
	----- mg kg ⁻¹ -----										
Compost + arena	118.3	42.0	614.6	98.0	85.4	3.2	7.79	5.12	4.29	8.56	6.7
Arena de río	1.16	11.2	102.5	48.0	4.6	0.16	5.78	0.9	4.58	7.5	0.65
Té de compost	34.0	39.8	536.8	84.0	43.7	9.2	5.1	4.0	3.8	7.8	4.5

Cuadro 2. Concentración de la solución nutritiva empleada para el desarrollo del tomate en invernadero (Rodríguez *et al.*, 2008).

Estado de la planta	Nutrimento				
	N	P	K	Ca	Mg
	----- mg kg ⁻¹ -----				
Plantación y establecimiento	100 – 120	40 – 50	150 – 160	100 – 120	40 – 50
Floración y cuajado	150 – 180	40 – 50	200 – 220	100 – 120	40 – 50
Inicio de maduración y cosecha	180 – 200	40 – 50	230 – 250	100 – 120	40 – 50

Cuadro 3. Análisis químico del agua para riego utilizada en el experimento UAAAN-UL. Torreón, Coah. 2005-2006.

RAS	CE	pH	K ⁺	Ca ⁺	Mg ⁺	Na ⁺	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻
	dS m ⁻¹		-----			meq L ⁻¹		-----	
2.18	1.05	8.75	1.4	4.7	0.8	3.63	0.55	2.3	4.1

RAS = relación de adsorción de sodio, CE = conductividad eléctrica.

Para analizar el comportamiento de la variable altura de planta, a través del tiempo, se utilizó regresión, mientras que en las variables de rendimiento y calidad se aplicó un análisis de varianza. Cuando se encontraron diferencias significativas se realizó una comparación entre medias utilizando la prueba DMS al 5%. Los análisis de varianza se realizaron mediante el programa estadístico SAS versión 6.12 para Windows (SAS, 1998).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimiento

La forma de fertilización y la interacción fertilización x genotipo no afectaron el rendimiento total, mientras que el genotipo lo afectó significativamente ($P \leq 0.01$; Cuadro 4). El rendimiento promedio general fue de 209.0 Mg ha⁻¹. El genotipo Granitio presentó el mayor rendimiento en las tres formas de fertilización, con una media de 228.9 Mg ha⁻¹ superando con 21.1% al genotipo Romina con 189.0 Mg ha⁻¹ (Cuadro 5).

De acuerdo con datos del Servicio de Conservación de Recursos Naturales de Estados Unidos (NRCS, 1999) y de Castilla (2005) una cosecha de tomate extrae 3 kg de N por tonelada de fruto en fresco. En el presente estudio se supuso una extracción similar, de modo que el híbrido Granitio extrajo el equivalente a 17.1 g por planta, para un rendimiento de 5.7 kg de tomate por planta. En los tratamientos utilizados F1, F2 y F3

se aportó un total de 16.95, 14.97 y 15.09 g de N por maceta en el ciclo, respectivamente, con un volumen de riego promedio de 1.46 L d⁻¹ por maceta. Sin embargo, Castellanos (2004) comenta que hasta 42% de N se lixivia del sustrato en condiciones de invernadero.

En la Fórmula 3 (orgánica) y según el análisis de la compost, la aportación de N total fue de 67.5 g por maceta, mientras que el requerimiento promedio de N de los dos genotipos fue de 15.6 g por maceta, para un rendimiento de 5.2 kg de tomate por planta. Eghball (2000) encontró una tasa de mineralización de N en compost de bovino de 11%; si se supone que una tasa similar en el compost, la liberación de N en el presente estudio habría sido de 7.42 g por maceta. Sin embargo, la mineralización de N se incrementa con la temperatura (Griffin y Honeycutt, 2000), por lo que es de esperarse una mayor tasa de mineralización de N en las condiciones del presente estudio.

La media general de producción fue de 209.0 Mg ha⁻¹, es decir, 20.9 veces más, que lo obtenido en producción de tomate orgánico en campo que es de 10 Mg ha⁻¹ (SAGARPA, 2005). Por otro lado, Diver *et al.* (1999) mencionan que la producción orgánica de tomate en campo es de 32.12 Mg ha⁻¹. Los rendimientos de este estudio fueron superiores a lo obtenido por Márquez *et al.* (2008) bajo condiciones de invernadero quienes reportan un rendimiento de 91.2 Mg ha⁻¹ con fertilización orgánica y 115.8 Mg ha⁻¹ con solución nutritiva inorgánica. Los resultados de rendimiento

Cuadro 4. Cuadrados medios para de rendimiento total, inicio de floración y calidad de fruto de tres formas de fertilización y dos híbridos de tomate bajo invernadero. Comarca Lagunera, 2005-2006.

Variable	Fertilización (F)		Genotipo (G)		F x G		Error	CV
Rendimiento total	7154.3	NS	3124	**	22.4	NS	2929.8	25.7
Inicio de floración	32.1	*	111.5	**	29.7	*	7.45	5.4
Peso de fruto	3026.6	NS	13897.8	**	1687.2	NS	1404.6	20.4
Diámetro ecuatorial	0.8	NS	1.9	**	0.14	NS	0.25	6.9
Diámetro polar	0.854	**	0.875	**	0.0957	NS	0.11	5.6
Lóculos por fruto	0.32	NS	4.7	**	1.2	NS	0.63	17.8
Sólidos solubles	5.3	**	0.05	NS	0.43	NS	0.47	16.1
Espesor pericarpio	0.05	NS	0.01	NS	0.005	NS	0.02	16.9

† Coeficiente de variación; NS, * y ** = no significativo, significativo $P \leq 0.05$ y altamente significativo $P \leq 0.01$, respectivamente.

Cuadro 5. Rendimiento total de frutos de dos genotipos de tomate en invernadero en el ciclo 2005 – 2006 en la Comarca Lagunera, UAAAN-UL.

Genotipo	Rendimiento
	Mg ha ⁻¹
Granitio	228.9 a
Romina	189.0 b
Media	209

† Medias con diferente letra son estadísticamente diferentes, DMS al 5%.

también fueron superiores en 17% a los obtenidos por Reis *et al.* (2003) quienes evaluando sustratos en invernadero en tomate, reportan un rendimiento para sustratos orgánicos de 166 y 162 Mg ha⁻¹ para el tratamiento inorgánico.

Una producción comercial exitosa de tomate en un cultivo sin suelo de ocho meses y cosechado hasta el racimo 20 en invernadero debería de estar entre 320-350 Mg ha⁻¹ año⁻¹ (Castellanos, 2004). La media de producción orgánica del genotipo Granitio fue de 220.8 Mg ha⁻¹ y considerando que el precio del producto por ser orgánico, se incrementa de 20 a 40% con respecto al valor obtenido en el sistema tradicional (Sloan, 2002; Gómez *et al.*, 2003), el valor comercial de dicha producción sería similar a una producción no orgánica. Lo anterior, concuerda con lo establecido por Tüzel *et al.* (2004) quienes mencionan que los abonos orgánicos son una alternativa para sustituir la fertilización inorgánica.

Calidad del Fruto

En peso individual, diámetro ecuatorial y número de lóculos del fruto no presentó efecto de formas

de fertilización ni de interacción F x G, sin embargo, si existió diferencia significativa ($P \leq 0.01$) entre genotipos (Cuadro 4). Las medias generales para estas variables fueron de 183.2 g, 7.1 cm y 4 lóculos, respectivamente (Cuadro 6). El genotipo que presentó los valores promedio más elevados fue Romina con 198.9 g de peso, 7.3 cm de diámetro ecuatorial y 5 lóculos (Cuadro 7).

En diámetro polar se detectaron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) entre formas de fertilización y entre genotipos y no significativas en la interacción F x G (Cuadro 4) observándose una media general de 6.1 cm. Las Fórmulas 1 y 3 fueron estadísticamente iguales, mientras que la Fórmula 2 arena con té de compost presentó 5.7 cm de diámetro polar. En espesor de pericarpio del fruto, no se encontró diferencia significativa en tratamientos de fertilización, genotipos e interacción F x G, mostrando una media general de 0.8 cm de espesor (Cuadro 6).

Para el contenido de sólidos solubles se detectaron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) entre formas de fertilización y no significativas en genotipos y la interacción F x G (Cuadro 4). En los tratamientos orgánicos de las Fórmulas 3 y 2 el jugo del tomate registró 4.5 y 4.7 °Brix, 21 y 17% mayor cantidad de sólidos solubles, comparados con 3.7 °Brix de la Fórmula 1. En consecuencia, se confirma que los tratamientos orgánicos generaron frutos de mejor calidad en cuanto a contenido de sólidos solubles, ya que el valor óptimo, según Diez (2001) para tomate, ya sea para procesado industrial o para consumo en fresco, es de 4.5 °Brix.

La calidad del tomate no se afectó al utilizar el té de compost. Por lo que no hay variación entre tratamientos orgánicos. Lo anterior, confirma que en las mezclas

Cuadro 6. Calidad de fruto y rendimiento de tomate en tres tratamientos de fertilización y dos genotipos en invernadero, en el ciclo 2005 –2006 en la Comarca Lagunera, UAAAN-UL.

Formas de Fertilización	Genotipo	Peso de fruto	Diámetro polar	Diámetro ecuatorial	EP	NL	R
		g	-----	cm -----			Mg ha ⁻¹
F1	Romina	201.6	6.2	7.4	0.84	5	206.9
F1	Granitio	185.9	5.8	7.2	0.83	4	248.9
F2	Romina	183.1	5.7	7.1	0.74	5	179.8
F2	Granitio	160.5	5.6	6.8	0.74	4	219.5
F3	Romina	212.1	7.9	7.5	0.83	5	180.3
F3	Granitio	157.8	5.7	6.9	0.76	4	222.2
Media		183.2	6.1	7.1	0.8	4	209

EP = espesor de pericarpio, NL = número de lóculos, F1 = arena + fertilizantes inorgánicos, F2 = arena + té de compost, F3 = arena:compost (1:1; v:v) + té de compost diluido (1:3; v:v), R = rendimiento.

Cuadro 7. Valores promedio de los genotipos de tomate evaluados para las variables peso de fruto, diámetro ecuatorial y polar y número de lóculos bajo tres formas de fertilización en invernadero, en el ciclo 2005-2006 en la Comarca Lagunera, UAAAN-UL.

Genotipo	Peso de fruto	Diámetro ecuatorial	Diámetro polar	Número de lóculos
	g	cm	cm	
Romina	198.9 a	7.3 a	6.0 a	5 a
Granitio	168.0 b	6.9 b	5.7 b	4 b
DMS (.05)	18.66	0.249	0.295	0.614

† Medias con diferente letra son estadísticamente diferentes DMS (5%).

orgánicas de arena + compost y el té de compost, no varían en peso y diámetro ecuatorial de fruto en relación con el testigo cultivado en hidroponía. En el caso del valor promedio de peso obtenido, éste coincide con lo reportado por Diez (2001) quien señala que dependiendo del genotipo de tomate, el peso fluctúa entre 180 y 220 g fruto⁻¹.

Los valores promedio registrados para sólidos solubles resultaron inferiores a los valores reportados por Moreno-Reséndez *et al.* (2005) quienes al evaluar el desarrollo del tomate en mezclas de vermicompost:arena (50:50; %, v:v), reportaron valores promedio de 5.3 °Brix. Lo anterior, probablemente, se debe, a la baja retención de humedad en la arena, a causa de su baja porosidad, aunada a una baja capacidad de intercambio catiónico, caso contrario sucede en las mezclas con té de compost ya que de acuerdo a Bulluck *et al.* (2002) y Scheuerell y Mahaffee (2002) mencionan que las aplicaciones de enmiendas orgánicas, provocan diversos efectos: incrementan los organismos benéficos, reducen los patógenos del suelo, incrementan la materia orgánica, la capacidad de intercambio catiónico y la retención de humedad mejorando la calidad del suelo. Una mayor concentración de sales, trae consigo mayor acumulación de sólidos solubles (Mitchell *et al.*, 1991), las concentraciones de sales en las Fórmulas 2 y 3 fueron más altas (Cuadro 1) que la Fórmula 1 testigo.

Altura de la Planta

La dinámica de crecimiento longitudinal de las plantas de tomate en los tratamientos estudiados se ajustó a ecuaciones de regresión, siendo la variable dependiente (Y) la altura y como variable independiente los días después de la siembra (DDS). De acuerdo con las ecuaciones

de regresión obtenidas, el ajuste cuadrático para todos los tratamientos fue aceptable considerando que r^2 fluctuó entre 97 y 99% (Figura 1).

Al observar la altura de planta a los 53 días, se detectó una tendencia de menor altura en la Fórmula 1, testigo. Este tratamiento demoró el crecimiento vertical de las plantas y presentó una altura 9.4% menor que los tratamientos orgánicos. Por otra parte, para ambos genotipos la mayor altura se registró en donde se utilizó la Fórmula 2 con una media de 237 cm en Granitio y 195 cm en Romina, mientras que en la Fórmula 1, testigo, y Fórmula 3 presentaron la menor altura.

En lo referente a altura de planta, una mayor altura causa mayor número de hojas y de clorofila (Rodríguez *et al.*, 1998). El incremento en número de hojas aumenta la fotosíntesis total, lo que redundará en aumento del peso de fruto y consecuentemente en rendimiento. Además, el humus estimula el crecimiento de la planta (Chen, 1996). Otros autores, reportan que la vermicompost al 50% de volumen aumenta notablemente el porte de las plantas (Márquez-Hernández *et al.*, 2006). La altura obtenida en este estudio difiere de las obtenidas por Márquez-Hernández *et al.* (2008) en el desarrollo del tomate con fertilización orgánica, que alcanzó una altura de 225 cm a los 80 días después del trasplante. Por el contrario, Moreno-Reséndez *et al.* (2005) no encontraron diferencia en altura de planta, al evaluar tomate en sustratos con diferentes composts en comparación con la forma inorgánica. La diferencia en los resultados de este estudio con respecto a estos autores se puede atribuir a la constante aplicación del té de compost en el desarrollo del cultivo, genotipo y su manejo en el medio de cultivo.

Resultados del presente estudio ponen de manifiesto, que los elementos nutritivos del compost (Cuadro 1) fueron similares a la Fórmula 1 (F1 = 16.9; F2 = 14.97 y F3 = 15.1 g de N por maceta) y suficientes para cubrir las necesidades nutritivas de los genotipos de tomate evaluados y superar la altura de planta con respecto al tratamiento F1, donde se fertilizó con solución nutritiva.

Inicio de Floración

En la variable inicio de floración se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre formas de fertilización e interacción F x G y presentó diferencias altamente significativas en genotipos ($P \leq 0.01$) (Cuadro 4). En promedio, el F1 (testigo) inició la floración a los 58 DDS, mientras que el F2 fue el más tardío.

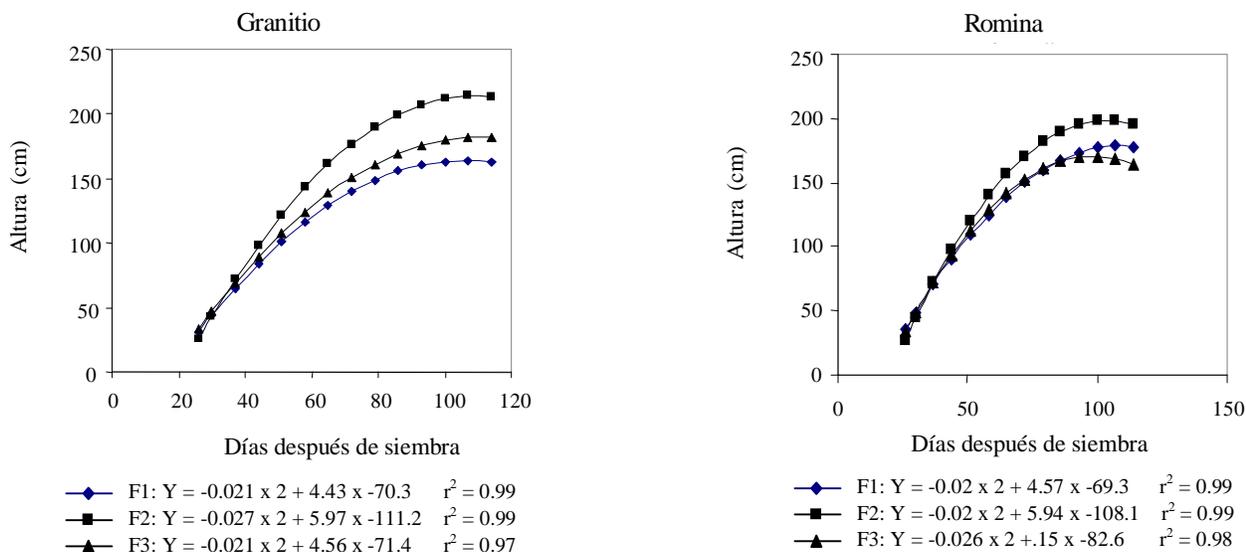


Figura 1. Altura de planta de híbridos A) Granitio B) Romina de tomate cultivados en tres formas de fertilizante en invernadero. Comarca Lagunera, 2005-2006. F1 = arena + fertilizantes inorgánicos. F2 = arena + té de compost. F3 = arena:compost (1:1; v:v) + té de compost diluido (1:3; v:v).

El genotipo Granitio resultó ser más precoz con cuatro días de diferencia en comparación con Romina, la interacción se debió al diferente comportamiento de Romina en los tratamientos de fertilización F2 y F3 (Cuadro 8).

En inicio de floración los resultados obtenidos no difieren a los obtenidos por Márquez-Hernández *et al.* (2008), quienes encontraron que el primer racimo floral con el tratamiento biocompost al 25% + perlita presentó la floración a los 56 DDS, es decir, 4 y 5 días más precoz que los tratamientos con té de compost. Sin embargo, sí concuerdan con los obtenidos por Milles y Peet (2002) quienes reportan la floración al primer racimo después de los 60 DDS.

Cuadro 8. Días a floración después de la siembra por efecto de la forma de fertilización y genotipos bajo condiciones de invernadero en el ciclo 2005–2006 en la Comarca Lagunera, UAAAN-UL.

Formas de Fertilización	Genotipo		Media
	Romina	Granitio	
F1	59 bc	58 bc	58
F2	64 a	59 bc	61
F3	63 ab	58 bc	60
Media	62	58	

† Medias con diferente letra son significativamente diferentes (DMS, 0.05). F1 = arena + fertilizantes inorgánicos. F2 = arena + té de compost. F3 = arena:compost (1:1; v:v) + té de compost diluido (1:3; v:v).

CONCLUSIONES

- Los resultados obtenidos permiten concluir que el té de compost preparado a partir de estiércol bovino tiende a provocar efectos positivos en los indicadores de desarrollo en el cultivo de tomate. Por lo que el té de compost y compost puede ser considerado como un fertilizante alternativo para la producción orgánica en invernadero por contener nutrimentos solubles que pueden suplir la nutrición de plantas.
- Lo anterior pone de manifiesto que producir orgánicamente tomate en invernadero utilizando abonos orgánicos aumenta considerablemente los rendimientos. Las mezclas orgánicas de arena + compost y el té de compost no varían en rendimiento, estos tratamientos de fertilización presentaron una media de 200 Mg ha⁻¹, sin disminuir la calidad de fruto.
- Los híbridos evaluados fueron iguales en altura de planta, espesor de pericarpio y sólidos solubles. Los tratamientos orgánicos en el híbrido Granitio con respecto a la Fórmula 1 testigo, pueden igualar el rendimiento, calidad y aumentar el contenido de sólidos solubles.
- Finalmente, bajo las condiciones de manejo del presente trabajo, se logró satisfacer la demanda nutritiva de tomate y por lo tanto se fortalece la idea de que el té de compost combinado con sustrato de compost + arena tiene potencial para desarrollar y producir tomate orgánico en invernadero.

AGRADECIMIENTOS

A la Fundación Produce Coahuila y Durango, por el apoyo económico. Al Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-Unidad Laguna, por las facilidades de infraestructura otorgadas al proyecto. A el rancho Ampuero, por proporcionar el compost, a la QFB Norma Lidia Rangel Carrillo y a la IIQ Elba Margarita Aguilar Medrano por su apoyo en los análisis químicos de los sustratos y té de compost, y a los ingenieros Lisandro Borrallas Verdugo, Asael González Díaz, Enrique Gramajo Roblero y Aditaim E. Morales Velásquez, al Dr. Jesús Vázquez Arroyo por su colaboración en el desarrollo del experimento.

LITERATURA CITADA

- Abbasi, P. A., J. Al-Dahmani, F. Sahin, H. A. J. Hoitink, and S. A. Miller. 2002. Effect of compost amendments on disease severity and yield of tomato in conventional and organic production systems. *Plant Dis.* 86: 156-161.
- Al-Dahmani, J. H., P. A. Abbasi, S. A. Miller, and H. A. J. Hoitink. 2003. Suppression of bacterial spot of tomato with foliar sprays of compost extracts under greenhouse and field conditions. *Plant Dis.* 87: 913-919.
- Ayers, R. S. and D. W. Westcot. 1994. Water quality for agriculture. Food and Agriculture Organization. Irrigation and drainage paper 29 Rev. 1. FAO. Rome, Italy.
- Bulluck, L. R., M. Brosius, G. K. Evanylo, and J. B. Ristainio. 2002. Organics and synthetic fertility amendments influence soil microbial, physical and chemical properties on organic and conventional farms. *Appl. Soil Ecol.* 19: 147-160.
- Castellanos, J. Z. 2004. Manejo de la fertirrigación en suelo. pp. 103-123. *In: Manual de producción hortícola en invernadero.* J Castellanos Z, R. J. J. Muñoz (eds.). 2ª ed. Editorial Intagri. INCAPA. Celaya, Guanajuato, México.
- Castilla, N. 2005. Invernaderos de plástico. Tecnología y manejo. Editorial Mundi-Prensa. Madrid, España.
- CCG (Cascadia Consulting Group). 2001. Compost tea. Trials final report submitted to: Office of Environmental Management City of Seattle. <http://www.cityofseattle.net/environment/Documents/Final%20Compst%20Tea%20report.pdf>. (Consulta: enero 18, 2005).
- Chen, Y. 1996. Organic matter reactions involving micronutrients in soils and their effect on plants. pp. 507-530. *In: A. Piccolo (ed.). Humic substances in terrestrial ecosystems.* Elsevier Science B. V. Amsterdam, The Netherlands.
- Chen, C. M. 2005. Organic fruit and vegetables: potential health benefits and risks. *Nutrition Noteworthy* 7 (1) article 2. <http://repositories.cdlib.org/uclabiolchem/nutritionnoteworthy/vol7/iss1/art2>. (Consulta: febrero 20, 2005).
- De Lara, A. 2007. Compost tea. *In: Organic materials Management.* California. <http://www.ciwm.ca.gov/organics/compostmulch/composttea/default.htm>. (Consulta: mayo 15, 2005).
- Diez, N. M. 2001. Tipos varietales. pp. 97-98, 103-113. *In: Nuez, F. (ed.). El cultivo del tomate.* Editorial Mundi-Prensa. Madrid, España.
- Diver, S., G. Kuepper, and H. Born. 1999. Organic tomato production. National center for appropriate technology. pp. 1-19. *In: ATTRA publication #ct073/149.* University of Arkansas, Fayetteville, AR, USA.
- Dixon, G. R. and U. F. Walsh. 1998. Suppression of plant pathogens by organic extracts a review. *Acta Hort.* 469: 383-390.
- Eghball, B. 2000. Nitrogen mineralization from field-applied beef cattle feedlot manure or compost. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 64: 2024-2030.
- Gómez C., M. A., R. Schwentesius R. y L. Gómez T. 2003. Agricultura orgánica de México. pp. 91-108. *In: Producción, comercialización y certificación de la agricultura orgánica en América Latina.* CIESTAAM-AUNA, México.
- Granatstein, D. 1999. Foliar disease control using compost tea. *The compost. Connection for Western Agriculture* 8: 1-4.
- Griffin, T. S. and C. W. Honeycutt. 2000. Using growing degree days to predict nitrogen availability from livestock manures. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 64: 1876-1882.
- Hoitink, H. A. J. and C.M. Changa. 2004. Production and utilization guidelines for disease suppressive composts. *Acta Hort.* 635: 87-92.
- Ingham, E. R. 2005. The compost tea brewing manual. pp. 65-79. *In: Soil foodweb* 5a. edition. Corvallis, OR, USA.
- Kannangara, T., T. Forget, and B. Dang. 2006. Effects of aeration, molasses, kelp, compost type, and carrot juice on the growth of *Escherichia coli* in compost teas. *Compost Sci. Util.* 14: 40-47.
- Márquez-Hernández, C., P. Cano-Ríos y N. Rodríguez-Dimas. 2008. Uso de sustratos orgánicos para la producción de tomate en invernadero. *Agric. Téc. Méx.* 34: 69-74.
- Márquez-Hernández, C., P. Cano-Ríos, Y. I. Chew-Madinaveitia, A. Moreno-Reséndez y N. Rodríguez-Dimas. 2006. Sustratos en la producción orgánica de tomate cherry bajo invernadero. *Rev. Chapingo Ser. Hortic.* 12: 183-189.
- Milles, J. A. and M. M. Peet. 2002. Maintaining nutrient balances in systems utilizing soluble organic fertilizers. Horticultural Science Department. North Carolina State University. Organic Farming Research. <http://www.ofrf.org/publications/Grant%20reports/00.23.08.Peet.Spr00.IB12.pdf> (Consulta: noviembre 15, 2005).
- Mitchell, J. P., C. Shennan, S.R. Grattan, and D.M. May. 1991. Tomato fruit yield and quality under water deficit and salinity. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 116: 215-221.
- Moreno-Reséndez, A., M. T. Valdés-Perezgasga y T. Zarate-López. 2005. Desarrollo de tomate en sustrato de vermicomposta/arena bajo condiciones de invernadero. *Agric. Téc. (Santiago)* 65: 27-34.
- NOSB (National Organic Standards Board). 2004. Compost tea task force Report. the Agricultural Marketing Service/USDA <http://www.ams.usda.gov/nosb/meetings/CompostTeaTaskForceFinalReport.pdf>. (Consulta: febrero 15, 2006).
- NRCS (Natural Resource Conservation Service). 1999. Agricultural waste management field handbook. USDA, Washington, DC, USA.

- Raviv, M. 1998. Horticultural uses of composted material. *Acta Hortic.* 469: 225-234.
- Raviv, M., S. Medina, A. Krasnovsky, and H. Ziadna. 2004. Organic matter and nitrogen conservation in manure compost of organic agriculture. *Compost Sci. Util.* 12: 6-10.
- Raviv, M. O., J. Katan, Y. Hadar, A. Yogev, S. Medina, A. Krasnovsky, and H. Ziadna. 2005. High-nitrogen compost as a medium for organic container grow crops. *Bioresour Technol.* 96: 419-427.
- Reis, M., H. Inacio, A. Rosa, J. Caco, and A. Monteiro. 2003. Grape marc and pine bark composts in soilless culture. *Acta Hortic.* 608: 29-36.
- Rodríguez M., N., G. Alcántar G., A. Aguilar S., J. D. Etchevers B. and J. A. Santizo R. 1998. Estimación de la concentración de nitrógeno y clorofila en tomate mediante un medidor portátil de clorofila. *Terra* 16: 135-141.
- Rodríguez-Dimas, N., P. Cano-Ríos, U. Figueroa-Viramontes, A. Palomo-Gil, F. Favela-Chávez, V. de P. Álvares-Reyna, C. Márquez-Hernández, A. Moreno-Reséndez. 2008. Producción de tomate en invernadero con humos de lombriz como sustrato. *Rev. Fitotec. Mex.* 31: 265-272.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2005. Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). Sistema de información agropecuaria de consulta (SIACON). Versión 1.1. México, D. F.
- Salazar S., E., C. Vázquez V., H. I. Trejo E. y O. Rivera O. 2003. Aplicación, manejo y descomposición de estiércol de ganado bovino. pp. 27-29. *In:* Salazar S. E., Fortis H. M., Vázquez A. A., Vázquez V. C. (eds.) *Agricultura orgánica. Abonos orgánicos y plasticultura.* Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo A. C. Facultad de Agronomía y Zootecnia de la UJED. Gómez Palacio, Durango, México.
- Salter, C. 2006. Compost and compost tea- boost soil vitality “The Cutting Edge” seeds of change. eNewsletter. 57 July 2006. http://www.seedsofchange.com/enewsletter/issue_57/compost_tea.asp. (Consulta: agosto 15, 2006).
- SAS Institute. 1998. SAS user’s guide: statistics. Version 6.12. SAS Institute. Cary, NC, USA.
- Scheuerell, S. J. and W. F. Mahaffee. 2002. Compost tea: principles and prospects for plant disease control. *Comp. Sci. util.* 10: 313-338.
- Scheuerell, S. J. and W. F. Mahaffee. 2004. Compost tea as a container medium drench for suppressing seedling damping-off caused by *Pythium ultimum*. *Phytopathology* 94: 1156-1163.
- Siminis, C., M. Loulakis, M. Kefakis, T. Manios, and V. Manios. 1998. Humic substances from compost affects nutrient accumulation and fruit yield in tomato. *Acta Hortic.* 469: 353-358.
- Sloan, A. E. 2002. The natural and organic foods marketplace. *Food Technol.* 56: 27-37.
- Tourat, A. P. 2000. Time for compost tea in the northwest. *BioCycle* 41: 74-77.
- Tüzel, Y., B. Yagmur, and M. Gümüş. 2003. Organic tomato production under greenhouse conditions. *Acta Hortic.* 614: 775-780.
- Tüzel, Y., G. B. Öztekin, A. R. Ongun, M. Gümüş, I. H. Tüzel, and R. Z. Eltez. 2004. Organic tomato production in the greenhouse. *Acta Hortic.* 659: 729-736.
- USDA (United State Department of Agriculture). 2006. Biology and control of foliar and fruit diseases of horticultural crops. *In:* http://www.ars.usda.gov/research/projects/projects.htm?ACCN_NO=406928. (Consulta: noviembre 15, 2005).
- Worthington, V. 2001. Nutritional quality of organic versus conventional fruits, vegetables, and grains. *J. Altern. Complementary Medicine* 7: 161-173.