

GENOTIPOS DE TOMATE EN MEZCLAS DE VERMICOMPOST:ARENA EN INVERNADERO

Tomato Genotypes in Vermicompost:Sand Mixtures in Greenhouse

Alejandro Moreno Reséndez^{1‡}, Leocadio Gómez Fuentes², Pedro Cano Ríos², Víctor Martínez Cueto², José Luis Reyes Carrillo³, José Luis Puente Manríquez⁴ y Norma Rodríguez Dimas²

RESUMEN

Para determinar la respuesta de dos genotipos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) bola, André y Adela, de crecimiento indeterminado y establecer la concentración óptima de la mezcla vermicompost:arena, que satisfaga sus necesidades nutricionales, se estableció el presente trabajo. La siembra se efectuó en charolas de poliestireno de 200 cavidades rellenas con turba y el trasplante se realizó a los 40 días después de la siembra, utilizando macetas de plástico negro de 20 L. Las mezclas de vermicompost:arena presentaron las relaciones 12.5:87.5, 25:75, 37.5:62.5 y 50:50. Se evaluaron dos genotipos y cuatro mezclas de vermicompost:arena, y, como testigos, ambos genotipos en macetas con arena y solución nutritiva de Hoagland para un total de 10 tratamientos, cada uno con cuatro repeticiones. Los rendimientos más altos se presentaron para el genotipo Adela con 17.37 kg m⁻² en arena y solución nutritiva, y para el genotipo André con 17.05 kg m⁻² ($P < 0.05$) en la mezcla vermicompost:arena con la relación 12.5:87.5. Los frutos de mayor tamaño se obtuvieron con el genotipo André en las mezclas de vermicompost:arena con relaciones 12.5:87.5 y 50:50 ($P < 0.05$). Los sólidos solubles más altos, en ambos genotipos, se obtuvieron con la mezcla vermicompost:arena 12.5:87.5; 6.22 y 5.96 grados Brix para los genotipos André y Adela, respectivamente ($P < 0.05$). Los resultados sugieren que el vermicompost posee características, físicas y químicas, que permiten el desarrollo de los genotipos de tomate con características similares a la solución nutritiva Hoagland, diluida a 50% de su concentración normal.

¹ Departamento de Suelos, ² Departamento de Horticultura, ³ Departamento de Biología, ⁴ Departamento de Fitomejoramiento, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro – UL. Periférico y Carretera a Santa Fé s/n. 27059 Torreón, Coahuila, México.

[‡] Autor responsable (alejamorsa@yahoo.com.mx)

Recibido: marzo de 2005. Aceptado: marzo de 2008.
Publicado en Terra Latinoamericana 26: 103-109.

Palabras clave: *Lycopersicon esculentum* Mill., sustrato, agricultura orgánica, Eisenia fetida, nutrición, residuos orgánicos.

SUMMARY

In order to determine the yield response of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.), André and Adela genotypes of indeterminate growth, and to establish the optimum concentration of the mixture vermicompost:sand to satisfy crop nutritional needs, a greenhouse experiment was carried out. Seeds were sown in polystyrene trays with 200 cavities, padded with peat moss and the tomato seedlings were transplanted 40 days after sowing in 20 L black plastic bags. The ratios of vermicompost:sand were 12.5:87.5, 25:75, 37.5:62.5, and 50:50. Two genotypes and four vermicompost:sand mixtures were evaluated and, as controls, both genotypes in pots with sand and Hoagland's nutrient solution, resulting in a total of 10 treatments, each with four replications. The highest yield was observed in the Adela genotype with 17.37 kg m⁻² in sand and nutrient solution and in the André genotype with 17.05 kg m⁻² in the ratio of 12.5:87.5 vermicompost:sand ($P < 0.05$). Larger fruits were obtained with André genotype in vermicompost:sand with ratios of 12.5:87.5 and 50:50, respectively ($P < 0.05$). The highest concentration of soluble solids was observed in the mixture vermicompost:sand 12.5:87.5; 6.22 and 5.96 °Brix for André and Adela genotypes, respectively ($P < 0.05$). The results suggest that vermicompost has physical and chemical characteristics that favor the growth of tomato comparable to that achieved with 50% Hoagland's nutrient solution.

Index words: *Lycopersicon esculentum* Mill., substrate, organic agriculture, Eisenia fetida, nutrition, organic residues.

INTRODUCCIÓN

El invernadero es una alternativa para la producción de hortalizas en cualquier época del año (Savvas, 2003). En los invernaderos la demanda nutritiva de los cultivos se satisface con el uso de fertilizantes sintéticos, a través de soluciones nutritivas, cuyos componentes pueden provocar efectos nocivos, para el cultivo y el ambiente, cuando éstos se utilizan indiscriminadamente y de manera irracional. Adicionalmente, la elaboración de los fertilizantes sintéticos depende de diversos recursos naturales no renovables e.g. el petróleo (Chan, 2001), cuya disponibilidad, con el tiempo, será más reducida. En este sentido Velasco-Velasco *et al.* (2001) señalan que el deterioro ecológico provocado por las actividades agrícolas, en países como México, ha sido provocado por el manejo inadecuado de los recursos naturales y el uso intensivo de agroquímicos. Lo anterior obliga a implementar alternativas de producción agrícola enfocadas al uso eficiente de los recursos naturales y que tiendan a promover una agricultura sustentable (Hansen *et al.*, 2001; Velasco-Velasco *et al.*, 2001).

Una alternativa para satisfacer la demanda nutritiva de las especies vegetales, en invernadero, es el empleo del vermicompost como sustrato de crecimiento (Manjarrez-Martínez *et al.*, 1999), ya que éste, por sus características físicas, químicas y biológicas, puede reducir, significativamente, el uso de los fertilizantes (Atiyeh *et al.*, 2000a). Según Bravo-Varas (1996), el vermicompost es un abono orgánico de alta calidad, que lo hace prácticamente insuperable, y puede incrementar hasta en 300% el rendimiento de diversas especies vegetales.

El vermicompost se genera como resultado de las transformaciones bioquímicas y microbiológicas de los residuos orgánicos, provocadas en el intestino de las lombrices, e.g. *Eisenia fetida*. Los residuos se transforman en un material rico en elementos nutritivos, fácilmente asimilables para las plantas. Además, el vermicompost contiene sustancias biológicamente activas que actúan como reguladores de crecimiento, tiene gran capacidad de intercambio catiónico, elevado contenido de ácidos húmicos, alta capacidad de retención de humedad y porosidad elevada que facilita la aireación y el drenaje del suelo y de los medios de crecimiento (Karsten y Drake, 1995; Buck *et al.*, 1999; Bansal y Kapoor, 2000).

Una vez obtenido el vermicompost, éste puede ser utilizado como abono orgánico, mejorador del suelo y sustrato para hortalizas en invernaderos (Edwards y Steele, 1997). Como sustrato, el vermicompost tiene gran potencial para el desarrollo de diversas especies vegetales. De hecho, el empleo del vermicompost ha provocado efectos significativos sobre diversas hortalizas y especies ornamentales, e.g. tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), pimiento verde (*Capsicum annuum*), frambuesa (*Rubus idaeus*), maravillas (*Calendula officinalis* L.), lechuga (*Lactuca sativa*), fresas (*Fragaria vesca* L.), algodón (*Gossypium hirsutum*) (Riggle, 1998; Subler *et al.*, 1998; Atiyeh *et al.*, 2000a; Brown *et al.*, 2000; Cracogna *et al.*, 2001).

Atiyeh *et al.* (2000a) determinaron que al sustituir el sustrato comercial Metro-Mix 360 con 20% de vermicompost de estiércol de cerdo, no sólo mejoró el crecimiento de las plántulas de tomate, sino que también se incrementó significativamente el rendimiento, en invernadero, con 5.1 kg planta⁻¹. Este valor resultó 58% más alto que el rendimiento obtenido en el tratamiento testigo con Metro-Mix 360 sin vermicompost.

Una tendencia consistente cuando se ha evaluado el crecimiento de plantas en macetas es que la mejor respuesta ocurre cuando el vermicompost constituye de 10 a 20% del volumen del sustrato, pues con mayor proporción no siempre se mejoró el crecimiento de las plantas. En algunos casos, aun con sólo el 5% de vermicompost en la mezcla, se han obtenido respuestas significativas. Además, se ha establecido que las mezclas de vermicompost con sustratos comerciales generaron mayores efectos sobre el crecimiento, al compararlo con las macetas que contenían vermicompost al 100% (Subler *et al.*, 1998). Sin embargo, a la fecha la documentación científica de las respuestas de las plantas a la aplicación del vermicompost, los suelos o los medios de crecimiento, es todavía incierta.

Los antecedentes permiten suponer que el desarrollo de las especies vegetales en invernadero, tradicionalmente supeditado al uso de soluciones nutritivas, se puede satisfacer con el empleo de sustratos de origen orgánico, como el vermicompost, reduciéndose el empleo de fertilizantes sintéticos. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de mezclas de vermicompost y arena sobre el desarrollo de genotipos de tomate bola, de crecimiento indeterminado, y

se compararon con tratamientos testigo de sustrato con arena y fertilizado con solución nutritiva.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó, durante 2002, en Torreón, Coahuila, México (25° 05' y 26° 54' N, 101° 40' y 104° 45' O, a una altitud de 1139 m) dentro de la Comarca Lagunera. Esta región recibe una precipitación media anual de 235 mm, su temperatura media anual es de 18.6 °C y forma parte del desierto chihuahuense (Schmidt, 1989).

El invernadero es semicircular, cuenta con cubierta de acrílico reforzado, pared húmeda, extractores y riego por goteo, piso de grava, y mide 8 x 23 m. Cuenta con ventanas laterales de 1.20 m de alto, que también se cubren con acrílico, el cual se puede enrollar, y están protegidas con malla antiáfido. La cubierta de acrílico se protege con malla sombra durante las estaciones del año más calurosas. Se emplearon dos genotipos de tomate bola (*Lycopersicon esculentum* Mill.), André y Adela, de crecimiento indeterminado y de larga vida de anaquel. La siembra de las semillas se realizó el 25 de junio de 2002 en charolas de poliestireno de 200 cavidades, rellenas con turba (Atiyeh *et al.*, 2000a). Las charolas se colocaron en el invernadero, se cubrieron con plástico negro y se regaron con agua de la llave (con pH 7.57 y clasificada como C₃S₁) cada tres días hasta el momento del trasplante, el cual se realizó a los 40 días después de la siembra (DDS), cuando la planta tenía una altura aproximada de 15 cm, colocando una plántula por maceta. Como macetas se utilizaron bolsas de polietileno negro calibre 500 tipo vivero de 20 L. En el invernadero las macetas se colocaron en doble hilera en tresbolillo, y una distancia de 30 cm entre plantas.

Para la descomposición de los residuos orgánicos (estiércol de caballo y estiércol de cabra con paja de alfalfa) se utilizaron lombrices *Eisenia fetida* (Atiyeh *et al.*, 2000a; Ndegwa *et al.*, 2000) durante un período de 90 días (Bansal y Kapoor, 2000). Después del proceso

de biotransformación se originó una mezcla homogénea de ambos vermicompost con una relación 1:1 (v:v), cuyas características químicas se presentan en el Cuadro 1. Como sustratos de crecimiento para los genotipos de tomate se utilizaron cuatro mezclas de vermicompost y arena de río. La arena de río utilizada en las mezclas y en los tratamientos testigo fue esterilizada con bromuro de metilo (BrCH₃), aplicando 0.454 kg por cada 3 m³ de arena, y antes de proceder a su utilización, en los diferentes tratamientos, se dejó airear este material durante 48 h.

Las mezclas utilizadas presentaron las siguientes relaciones en volumen de vermicompost:arena: 12.5:87.5, 25:75, 37.5:62.5 y 50:50. Con los genotipos de tomate y las mezclas se generaron ocho tratamientos. En los primeros cuatro tratamientos se utilizó el genotipo André y en los siguientes cuatro el genotipo Adela (Cuadro 2). Los tratamientos testigo genotipo André y genotipo Adela consistieron en macetas con arena como sustrato y fertilizados con solución nutritiva (Adams, 1994; Atiyeh *et al.*, 2000a), tomando como base la solución nutritiva universal de Hoagland y Arnon (1938), dando un total de 10 tratamientos (Cuadro 2). Para la solución nutritiva se utilizaron sustancias de alta solubilidad de grado técnico, disponibles en el mercado regional, y se diluyeron en 200 L de agua. La concentración de los elementos nutritivos en esta solución fue: N = 224; P = 62; K = 235; Ca = 160; Mg = 24; S = 32; Cl = 1.77; Fe = 1.12; B = 0.27; Mn = 0.11; Zn = 0.131; Cu = 0.032 y Mo = 0.05 mg kg⁻¹, respectivamente. El pH de la solución nutritiva se neutralizó (pH = 7) con H₂SO₄ concentrado.

De acuerdo con el objetivo de evaluar el efecto de diferentes mezclas de vermicompost:arena sobre el desarrollo del genotipo de tomate, a las macetas con estas mezclas no se les aplicó solución nutritiva, buscando satisfacer sus necesidades nutritivas con el vermicompost. Para el riego de los tratamientos con las mezclas vermicompost:arena se utilizó exclusivamente agua de la llave. Para satisfacer las necesidades de los tratamientos testigo, se consideraron tres etapas de

Cuadro 1. Características químicas de la mezcla homogénea de dos tipos de vermicompost con relación 1:1.

Vermicompost [†]	CE [‡]	Componente y concentración [§]										
		MO	Nt	P	Cu	Fe	Zn	Mn	Ca	Mg	Na	
	dS m ⁻¹	---		---	-----							-----
		%			mg kg ⁻¹							
VCEC+VCECaPA	6.06	17.28	0.696	963.55	1.64	45	12.2	20.4	14.02	0.77	5.74	

[†] VC = vermicompost, EC = estiércol de caballo, ECaPA = estiércol de cabra con paja de alfalfa. [‡] CE = conductividad eléctrica. [§] MO = materia orgánica (Walkley Black), Nt = nitrógeno total Kjeldahl, P (Olsen modificado), Cu, Fe, Zn y Mn (extracción con DTPA y determinación por absorción atómica), Ca, Mg y Na (extracto de suelo a saturación y determinación por absorción atómica).

Cuadro 2. Tratamientos, genotipos de tomate y composición en volumen de las mezclas de vermicompost:arena evaluados en invernadero.

Genotipo	Vermicompost		Arena
	----- % -----		
André	12.5	87.5	
	25	75	
	37.5	62.5	
	50	50	
Adela	12.5	87.5	
	25	75	
	37.5	62.5	
André	0	100	
Adela	0	100	

desarrollo del cultivo: a) antes de la floración, b) floración y c) producción. En promedio, cada una de estas etapas duró 27, 71 y 43 días, respectivamente. La cosecha concluyó al alcanzar el octavo racimo en ambos genotipos en los diferentes tratamientos.

En cada etapa la solución nutritiva se diluyó con agua de la llave para alcanzar los siguientes porcentajes respecto a la concentración original: 25, 40 y 50, respectivamente. Las diluciones se aplicaron en función de la etapa fenológica correspondiente (dos veces por día, mañana y tarde). En función de las condiciones climáticas imperantes, se realizaron de cuatro a cinco riegos d^{-1} , con agua durante 2 min. El volumen total aplicado fue aproximadamente de 2 L maceta $^{-1} d^{-1}$, para lo cual se utilizó un gotero por bolsa. El programa de riegos se ejecutó con un sistema de cómputo automático.

Al iniciar la floración del cultivo se realizó, a diario, la polinización en forma manual, utilizando un cepillo dental eléctrico, el cual se pasó por el pedúnculo de la inflorescencia durante 3 s. Cada tercer día se eliminaron los brotes axilares para dejar un solo tallo. Cuando las plantas alcanzaron 30 cm de altura, el tallo principal fue tutorado con rafia, sujetando uno de los extremos en la base del tallo y el otro a un alambre que se aseguró a la estructura metálica del invernadero, para evitar que las hojas y los frutos tocan el suelo. Durante la etapa de fructificación, en el momento en que los primeros racimos alcanzaron el tono de punto rosado, se eliminaron las hojas que quedaron por debajo de éstos, para facilitar la aireación y mejorar la coloración de los frutos.

El control de las plagas se realizó de la siguiente manera: para mosquita blanca (*Bemisia argentifolli*)

se aplicó Confidor (1 L ha^{-1}); para el ácaro (*Aculops lycopersici*) se asperjó azufre elemental en el follaje (2 L ha^{-1}) y el minador de la hoja (*Liriomyza* spp.) se controló eliminando manualmente las hojas dañadas. La cosecha de los frutos se realizó semanalmente una vez que éstos alcanzaron un color rosado y hasta que los genotipos alcanzaron el octavo racimo.

Las variables evaluadas durante el desarrollo del tomate fueron diámetro polar y ecuatorial del fruto, número de lóculos, espesor de la pulpa, sólidos solubles (grado Brix) y peso de los frutos y rendimiento total. El diseño experimental utilizado para evaluar el efecto de los tratamientos, con cuatro repeticiones, fue bloques al azar. Los datos recopilados se analizaron estadísticamente utilizando un análisis de varianza y para la comparación de las medias de tratamientos se aplicó la prueba DMS (5%) (Steel y Torrie, 1960).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cinco de las variables de calidad evaluadas en los frutos: peso de fruto (PF), diámetro ecuatorial (DE), diámetro polar (DP), sólidos solubles (SS) y número de lóculos (NL) presentaron diferencia altamente significativa ($P < 0.01$), mientras que rendimiento (R) presentó diferencia significativa ($P < 0.05$) y sólo el espesor de pulpa (EP) resultó no significativo.

Al comparar las medias de tratamientos con la prueba DMS (5%) se determinó que el genotipo André (vermicompost:arena 12.5:87.5) superó al resto de los tratamientos en el NL y los SS, con valores de 5 y 6.2 °Brix, respectivamente (Cuadro 3). Además, el genotipo André en las mezclas 12.5:87.5 y 50:50 registró los mayores valores para DE (7.59 y 7.47 cm fruto $^{-1}$, respectivamente). El genotipo André en las mezclas 12.5:87.5, 50:50 y en arena con solución nutritiva, obtuvo los mayores pesos de fruto, 218.26, 224.71 y 223.38 g fruto $^{-1}$, respectivamente. Con respecto al rendimiento, el genotipo Adela en arena con solución nutritiva y el genotipo André en la mezcla vermicompost:arena con la relación 12.5:87.5, presentaron los mayores valores: 173.69 y 170.52 Mg ha^{-1} , respectivamente. Finalmente, el genotipo André, en la mezcla vermicompost:arena con la relación 12.5:87.5, registró el mayor diámetro polar: 6.9 cm.

Los resultados obtenidos para los genotipos André y Adela en las variables número de lóculos, sólidos solubles, diámetro ecuatorial y diámetro polar (en las diferentes mezclas vermicompost:arena) superaron o

resultaron estadísticamente iguales a los tratamientos con solución nutritiva (Cuadro 3) y se asemejan a los resultados de Riggle (1998), quien concluyó que el crecimiento de las plantas fue igual o mejor cuando se utilizó vermicompost como parte del sustrato de crecimiento. Adicionalmente, los resultados obtenidos para ambos genotipos de tomate coinciden con los reportes de Subler *et al.* (1998) y de Atiyeh *et al.* (2000a), quienes encontraron que la aplicación de pequeñas cantidades de vermicompost, mezcladas con sustratos estándares y sustratos de alta calidad de crecimiento, mejoró, de forma significativa, el desarrollo de las plantas.

En el mismo sentido, el tratamiento con mayor efecto sobre el desarrollo del tomate se presentó cuando se utilizó el genotipo André y la mezcla vermicompost:arena 12.5:87.5. El valor de 12.5% de vermicompost es similar a los porcentajes de 10 a 20 de vermicompost de estiércol de cerdo empleados por Subler *et al.* (1998), con los cuales estos investigadores obtuvieron diferencias significativas en el desarrollo de los cultivos debido al empleo del vermicompost.

Al comparar la respuesta entre los genotipos en las diferentes mezclas de vermicompost:arena se determinó que los valores promedio de las variables de calidad: NL, SS, DE, DP y PF, y el valor promedio del rendimiento superaron a los valores promedio obtenidos por el genotipo Adela en 6.18, 0.88, 6.73, 9.66, 25.04 y 32.41%, respectivamente. Igualmente, el valor promedio de peso

de fruto del genotipo André en arena y solución nutritiva superó en 22.98% al peso de fruto promedio del genotipo Adela. Sin embargo, para rendimiento, en arena y solución nutritiva, el genotipo Adela superó al genotipo André en 15.03% (Cuadro 3).

Otro aspecto que es importante resaltar es que los valores promedio de las variables NL, SS, DE y DP determinados para el genotipo André en la mezcla vermicompost:arena 12.5:87.5 superaron a los valores promedio obtenidos con el mismo genotipo en arena y solución nutritiva. Aunque en el caso de las variables PF y R el testigo genotipo André con arena y solución nutritiva resultó estadísticamente igual a la mezcla vermicompost:arena 12.5:87.5. Resultados similares obtuvieron Atiyeh *et al.* (2000a) quienes, al sustituir el medio de crecimiento comercial Metro–Mix 360 con 20% de vermicompost de estiércol de cerdo, además de mejorar el crecimiento de las plántulas de tomate, también lograron incrementar significativamente el rendimiento de este cultivo en invernadero, con una producción de 5.1 kg planta⁻¹. Este valor fue 58% más alto que el rendimiento obtenido en las macetas testigo rellenas con Metro–Mix 360 sin vermicompost.

En el presente trabajo el rendimiento del genotipo Adela, con arena y solución nutritiva, superó sólo en 1.82% al rendimiento obtenido por el genotipo André en la mezcla vermicompost:arena 12.5:87.5 y este último, a su vez, superó en 11.43% al rendimiento del genotipo Adela desarrollado en arena y solución nutritiva. Por otro

Cuadro 3. Valores promedio de las variables evaluadas en los genotipos André y Adela desarrollados en mezclas de vermicompost:arena, y en solución nutritiva en invernadero. UAAAN – UL, 2002.

Genotipo	VC [†]	Arena	Variables					
			Número de lóculos	Sólidos solubles °Brix	Diámetro ecuatorial cm	Diámetro polar cm	Peso de fruto g	Rendimiento kg m ⁻²
André	12.5	87.5	5.0 a [‡]	6.2 a	7.47 a	6.5 b	224.71 a	17.05 ab
	25	75	4.7 abc	5.6 bcde	6.86 b	6.4 bc	196.27 ab	7.44 d
	37.5	62.5	4.7 abc	5.4 cde	6.94 b	6.3 bc	170.38 bc	9.22 cd
	50	50	4.5 bc	5.8 bcd	7.59 a	6.9 a	223.38 a	13.11 abcd
Promedio genotipo André			4.73	5.75	7.22	6.53	203.69	11.71
Adela	12.5	87.5	4.9 ab	6.0 ab	6.94 b	5.8 de	174.70 b	8.11 cd
	25	75	4.1 c	5.3 de	6.93 b	6.0 cd	170.50 b	8.86 cd
	37.5	62.5	4.4 bc	5.6 bcde	6.74 b	5.8 de	171.70 b	10.54 bcd
	50	50	4.4 bc	5.9 abc	6.43 b	6.2 bc	134.69 c	7.85 d
Promedio genotipo Adela			4.45	5.7	6.76	5.95	162.9	8.84
André	0	100	4.8 ab	5.5 cde	6.91 b	6.0 cd	218.26 a	15.10 abc
Adela	0	100	4.1 c	5.3 de	6.67 b	5.5 e	177.48 b	17.37 a

[†] VC = vermicompost. Medias con la misma letra en una misma columna son estadísticamente iguales entre sí (P < 0.05).

lado, se encontró que a mayor proporción de vermicompost se obtuvo menor rendimiento para el genotipo André, situación que concuerda con lo establecido por Subler *et al.* (1998) quienes señalaron que cuando los niveles de vermicompost se encuentran en mayor proporción, no siempre se mejora el crecimiento de las especies vegetales.

Los contenidos de SS resultaron iguales o superiores al intervalo óptimo de 4.4 a 5.5 °Brix (Diez, 1995). Este comportamiento se presentó tanto en los tratamientos que incluyeron mezclas vermicompost:arena, como en los tratamientos testigo, para ambos genotipos. El genotipo André en la mezcla vermicompost:arena con la relación 12.5:87.5 presentó el valor más alto para la variable sólidos solubles, con un valor de 6.2 °Brix. Los valores registrados de SS en las mezclas de vermicompost:arena en parte pudieron deberse a la conductividad eléctrica (salinidad) registrada en el vermicompost y en el agua de riego; lo anterior debido a que, de acuerdo con Goykovic-Cortés y Saavedra del Real (2007), la salinidad en plantas de tomate provoca efectos positivos, ya que los frutos presentan un mayor contenido de sólidos solubles, acidez y pigmentos carotenoides. Este beneficio se registra a pesar de que, como destacan los mismos autores, se ha establecido en diversos reportes de investigación que los efectos de las sales, tanto en la germinación como en los órganos de las plantas de tomate, son de carácter adverso.

El haber obtenido respuestas significativas en las variables NL, SS, DP, DE, PF y R, para el cultivo de tomate, debido a la aplicación del vermicompost bajo las condiciones en las que se desarrolló el trabajo, permite establecer, de manera similar a lo señalado por Manjarrez-Martínez *et al.* (1999), que las características físicas, químicas y biológicas del vermicompost reducen significativamente el uso de los fertilizantes químicos.

De acuerdo con Atiyeh *et al.* (2000b) se establece que el vermicompost es un abono orgánico que libera, de forma gradual, los elementos químicos contenidos en este material, logrando satisfacer las necesidades nutritivas de los genotipos de tomate.

CONCLUSIONES

- Los resultados sugieren que el vermicompost posee características que permiten sostener la producción de tomate.

- La mezcla de vermicompost:arena, en comparación con una solución nutritiva al 25, 40 y 50 de su concentración porcentual (aplicada en las etapas vegetativa, de floración y de reproducción, respectivamente) genera una mayor respuesta en cuanto a número de lóculos, contenido de sólidos solubles y tamaño de fruto del genotipo André.

- El vermicompost mezclado con arena (12.5:87.5 con base en volumen), al igual que la solución nutritiva, diluida al 50%, cubrió satisfactoriamente la demanda nutritiva del genotipo André, igualado a la solución nutritiva Hoagland diluida al 50%, en invernadero.

AGRADECIMIENTOS

El trabajo fue financiado por la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, a través del proyecto Desarrollo de especies vegetales en sustratos de vermicomposta bajo condiciones de campo e invernadero, con clave 02-03-1502-2867.

LITERATURA CITADA

- Adams, P. 1994. Nutrition of greenhouse vegetables in NFT and hydroponic systems. *Acta Hort.* 361: 245-257.
- Atiyeh, R. M., N. Arancon, C. A. Edwards, and J. D. Metzger. 2000a. Influence of earthworm-processed pig manure on the growth and yield of greenhouse tomatoes. *Bioresour. Technol.* 75: 175-180.
- Atiyeh, R. M., J. Dominguez, S. Subler, and C. A. Edwards. 2000b. Changes in biochemical properties of cow manure during processing by earthworms (*Eisenia andrei*, Bouché) and the effects on seedling growth. *Pedobiologia* 44: 709-724.
- Bansal, S. and K. K. Kapoor. 2000. Vermicomposting of crop residues and cattle dung with *Eisenia foetida*. *Bioresour. Technol.* 73: 95-98.
- Bravo-Varas, A. 1996. Técnicas y aplicaciones del cultivo de la lombriz roja Californiana (*Eisenia foetida*). Facultad de Humanidades, Universidad Yacambu. <http://www.geocities.com/RainForest/Canopy/8317/eisenia.html>. (Consulta: diciembre 15, 2001).
- Brown, G. G., I. Barois, and P. Lavelle. 2000. Regulation of soil organic matter dynamics and microbial activity in the drilosphere and the role of interactions with other edaphic functional domains. *Eur. J. Soil Biol.* 36: 177-198.
- Buck, C., M. Langmaack, and S. Schrader. 1999. Nutrient content of earthworm casts influenced by different mulch types. *Eur. J. Soil Biol.* 35: 23-30.
- Chan, K. Y. 2001. An overview of some tillage impacts on earthworm population abundance and diversity: implications for functioning in soils. *Soil Tillage Res.* 57: 179-191.
- Cracogna, M. F., M. N. Fogar, D. Rotela y M. C. Iglesias. 2001. Uso de lombricompost e inoculante con *Azospirillum* sp, en el cultivo del zapallo anquito (*Cucurbita moschata* L.) (I). *Ciencia*

- & Técnica. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. Universidad Nacional del Nordeste. <http://www.unne.edu.ar/cyt/2001/cyt.htm>. (Consulta: julio 1, 2003).
- Diez, J. M. 1995. Tipos varietales. pp. 9-129. *In*: F. Nuez (ed.). El cultivo del tomate. Mundi-Prensa. México, D. F.
- Edwards, C. and J. Steele. 1997. Using earthworm systems. *BioCycle* 63-64. <http://gnv.fdt.net/~windle/refrence/july97-1.htm>. (Consulta: diciembre 15, 2001).
- Goykovic-Cortés, V. y G. Saavedra-del Real. 2007. Algunos efectos de la salinidad en el cultivo del tomate y prácticas agronómicas de su manejo. *IDESIA (Chile)* 25: 47-58.
- Hansen, B., H. F. Alrøe, and E. S. Kristensen. 2001. Approaches to assess the environmental impact of organic farming with particular regard to Denmark. *Agric. Ecosyst. Environ.* 83: 11-26.
- Hoagland, D. R. and D. I. Arnon. 1938. The water-culture method for growing plants without soil. *Circ.* 347. University of California. Berkeley, CA, USA.
- Karsten, G. R. and H. L. Drake. 1995. Comparative assessment of the aerobic and anaerobic microfloras of earthworm guts and forest soils. *Appl. Environ. Microbiol.* 61: 1039-1044.
- Manjarrez-Martínez, M. J., R. Ferrera-Cerrato y M. C. González-Chávez. 1999. Efecto de la vermicomposta y la micorriza arbuscular en el desarrollo y tasa fotosintética de chile serrano. *Terra* 17: 9-15.
- Ndegwa, P. M., S. A. Thompson, and K. C. Dass. 2000. Effects of stocking density and feeding rate on vermicomposting of biosolids. *Bioresour. Technol.* 71: 5-12.
- Riggle, D. 1998. Vermicomposting research and education. *ByoCycle* 5: 54-56. <http://gnv.fdt.net/~windle/refrence/may98.htm>. (Consulta: junio 13, 2000).
- Savvas, D. 2003. Hydroponics: a modern technology supporting the application of integrated crop management in greenhouse. *Food Agric. Environ.* 1: 80-86.
- Schmidt Jr., R. H. 1989. The arid zones of Mexico: climatic extremes and conceptualization of the Sonoran Desert. *J. Arid Environ.* 16: 241-256.
- Steel, R. G. D. and J. H. Torrie. 1960. Principles and procedures of statistics. McGraw-Hill. New York, NY, USA.
- Subler, S., C. Edwards, and J. Metzger. 1998. Comparing vermicomposts and composts. *BioCycle* 39: 63-66. <http://gnv.fdt.net/~windle/refrence/july98.htm> (Consulta: junio 13, 2000).
- Velasco-Velasco, J., R. Ferrera-Cerrato y J. J. Almaraz-Suárez. 2001. Vermicomposta, micorriza arbuscular y *Azospirillum brasilense* en tomate de cáscara. *Terra* 19: 241-248.