

## Producción orgánica y capacidad antioxidante de frutos de pepino

H.A. Díaz-Méndez<sup>1</sup>, P. Preciado-Rangel<sup>2,\*</sup>, V.P. Álvarez-Reyna<sup>1</sup>, M. Fortis-Hernández<sup>2</sup>, J.L. García-Hernández<sup>3</sup> y E. Sánchez-Chávez<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-Unidad Laguna. Periférico y Carretera a Santa Fe S/N, Torreón, México

<sup>2</sup> División de Estudios de Posgrado e Investigación, Instituto Tecnológico de Torreón. Carretera Torreón-San Pedro km 7.5, Torreón, México

<sup>3</sup> Universidad Juárez del Estado de Durango-Facultad de Agricultura y Zootecnia. Gómez Palacio, México

<sup>4</sup> Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. Unidad Delicias. Ave. 4ª Sur, 3820. Vencedores del Desierto Delicias, México

### Resumen

Existe una creciente inquietud de la opinión pública sobre los efectos negativos de las actividades agrícolas en el medio ambiente. Esto, ha provocado que se busque gestionar la producción de cultivos de una manera más sustentable, especialmente en el manejo de la fertilización. El vermicompost es un abono orgánico que ha adquirido gran importancia como fuente de nutrimentos y como componente del medio de desarrollo de los cultivos hortícolas. El objetivo del presente estudio fue encontrar la proporción de una mezcla de vermicompost:arena (VC:A) que pueda incrementar el rendimiento y la capacidad antioxidante de frutos de pepino (*Cucumis sativus* L.) producidos en invernadero. Para ello se evaluaron las siguientes relaciones VC:A (v:v): 25:75, 30:70, 35:65, 40:60 y 45:55. En promedio, menores proporciones de vermicompost (25 y 30%) presentaron un rendimiento mayor (1883 g pl<sup>-1</sup>) que con el uso de mayores relaciones (738 g pl<sup>-1</sup>), obteniéndose además frutos con mayor capacidad antioxidante (aumento del 43%). El uso del vermicompost demostró su potencial como alternativa en la producción orgánica de pepino en invernadero. Obtener pepinos orgánicos libres de agroquímicos y de alta capacidad antioxidante proporciona una mayor capacidad de comercialización competitiva para el productor, al tiempo que se disminuye el uso de insumos inorgánicos con lo que se contribuye a la preservación del medio ambiente.

**Palabras clave:** Sustratos, rendimiento, actividad antioxidante, *Cucumis sativus* L.

### Abstract

#### Organic production and antioxidant capacity of cucumber fruit

There is an increasing public interest about the harmful effects of agricultural practices on the environment. This fact has promoted the sustainable crop production, especially regarding fertilization. Vermicompost is an organic fertilizer that has gained importance as a nutritional source as well as a component of horticultural crop substrate. The aim of the current study was to establish a rate for a Vermicompost: Sand (VC:S) mixture that increases yield and antioxidant capacity in cucumber fruits (*Cucumis sativus* L.)

---

\* Autor para correspondencia: ppreciador@yahoo.com.mx

<http://dx.doi.org/10.12706/itea.2014.021>

produced under greenhouse conditions. These VC:S rate treatments were evaluated: 25:75, 30:70, 35:65, 40:60 and 45:55. On average, lower vermicompost percentage (25-30%) showed higher yield (1883 g  $\text{pl}^{-1}$ ) than using higher ratios (738 g  $\text{pl}^{-1}$ ), with the additional advantage of presenting fruits with higher antioxidant capacity (increases of 43%). The use of vermicompost has proven its potential as an alternative nutritional source for organic production of cucumber under greenhouse conditions. Besides, there are benefits of producing organic cucumbers with high antioxidant capacity, since that provides a higher competitive marketing advantage for producers, while the application of chemical compounds is reduced, contributing to protect the environment.

**Key words:** Substrates, yield, antioxidant activity, *Cucumis sativus* L.

## Introducción

La producción de cultivos hortícolas en condiciones protegidas utilizando como medio de crecimiento y desarrollo suelos mejorados o sustratos hidropónicos ha permitido incrementos en rendimientos y calidad de frutos (Ortiz et al., 2009). En México, la producción de hortalizas bajo invernadero se ha incrementado significativamente durante los últimos años. El pepino (*Cucumis sativus* L.) es una de las hortalizas con gran potencial económico, ocupando el 10% de la superficie total de los invernaderos (González, 2009). Sin embargo, este sistema de producción implica el uso de altas dosis de fertilizantes químicos para la elaboración de soluciones nutritivas. Con ello se incrementan los costos de producción y se impacta negativamente el medio ambiente y la salud humana (Gallardo et al., 2009).

Por otro lado, los consumidores de alimentos hortícolas ya no solo se interesan en la apariencia de estos. Ahora se interesan en su origen, cómo fueron cultivados, si son seguros para comerse, si están libres de agroquímicos y de su contenido nutricional (Wang, 2006; Márquez et al., 2006). También si tienen efectos positivos para promover y/o restaurar las funciones fisiológicas del organismo humano y/o reducir el riesgo de contraer enfermedades crónicas y/o degenerativas (Llacuna y Mach, 2012). Por lo tanto, ponen una mayor aten-

ción a las prácticas agrícolas utilizadas en su producción. En este sentido la producción orgánica es una alternativa sustentable para la creciente demanda de productos de alta calidad por estar libres del uso de agroquímicos.

La normatividad orgánica no permite el uso de fertilizantes químicos (FAO, 2001). Por ello cada vez es más importante encontrar formulaciones de abonos orgánicos que suplan a los fertilizantes sintéticos. Entre los abonos de tipo orgánico, el vermicompost ha adquirido cada vez mayor importancia como mejorador de suelos, fuente de nutrientes para el suelo y las plantas en los sistemas de agricultura orgánica (González et al., 2010). Así como en aquellos sistemas agrícolas que pretenden ser más sustentables, ya que ha demostrado mejorar la fertilidad del suelo, estimular crecimiento en la planta, incrementar el rendimiento, la calidad de frutos y disminuye los costos de la fertilización (Mahmoud et al., 2009). Además, el vermicompost se utiliza como sustrato o componente de los mismos en cultivos hortícolas en invernadero (Tringovska y Dintcheva, 2012), debido a su bajo costo y a que puede suprimir algunas enfermedades presentes en el suelo (Domínguez et al., 2010). Bajo esta perspectiva, el objetivo del presente trabajo fue evaluar diferentes relaciones de vermicompost y arena sobre el rendimiento y capacidad antioxidante del fruto de pepino producido en invernadero.

## Materiales y métodos

### Manejo del cultivo y diseño experimental

El experimento se llevó a cabo en ciclo primavera/verano 2012 en invernadero del Instituto Tecnológico de Torreón. Este instituto se localiza entre las coordenadas 25° 36'36.54" LN y 103° 22' 32.28" LW y 1123 msnm. Los sustratos evaluados consistieron en mezclas de vermicompost (VC) con arena (A) a diferentes porcentajes: 25:75, 30:70, 35:65, 40:60 y 45:55 (VC:A % en volumen). Los riegos fueron proporcionados de manera diferencial debido a que a mayor cantidad de VC se tiene mayor capacidad de retención de hume-

dad. Las características químicas del vermicompost se presentan en la Tabla 1. Las mezclas de VC:A fueron colocadas en bolsas negras de polietileno de 20 kg de capacidad. Posteriormente, plántulas de pepino con dos hojas verdaderas y una altura promedio de 10 cm fueron trasplantadas en cada maceta y colocadas en hilera sencilla a una distancia de 40 cm entre plantas y 1.4 m entre hileras. La planta de pepino se condujo a un tallo, el cual fue sostenido con hilo rafia de polipropileno sujeto a un alambre transversal. Los brotes laterales se eliminaron conforme aparecían. Los requerimientos de agua fueron cubiertos por medio del riego, el cual fue realizado de manera manual con tres riegos por día.

Tabla 1. Características químicas del vermicompost<sup>†</sup> (peso seco), evaluados como medio de crecimiento en el cultivo de pepino  
*Table 1. Chemical characteristics of vermicompost<sup>†</sup> (dry weight), evaluated as a growth medium in the cultivation of cucumber*

	pH <sup>††</sup>	C.E	M.O	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn
		dS m <sup>-1</sup>	%	mg kg <sup>-1</sup>								
VC	8.20	6.18	8.5	32.1	54.67	461.0	39.85	1.60	1.28	4.36	0.92	1.37

<sup>†</sup> Estos valores están sujetos a variación en función del tipo de residuo orgánico.

<sup>††</sup> Método de análisis de acuerdo a NOM-021-RECNAT-2000.

### Muestreo y análisis vegetal

Los frutos de diez plantas de cada tratamiento fueron cosechados, contabilizándose el peso, longitud y diámetro de los frutos. Posteriormente, de cada tratamiento se seleccionaron al azar cuatro frutos para el análisis de la capacidad antioxidante mediante el método estándar Trolox en forma *in vitro* (Esparza et al., 2006). Se preparó una solución de DPPH<sup>+</sup> (Aldrich, St. Louis, Missouri, EU) en metanol, ajustando la absorbancia de la solución a 1,100 ± 0,010 a una longitud de onda de 515 nm. Para la determinación de ca-

pacidad antioxidante se mezclaron 50 µl de muestra y 950 µl de solución DPPH<sup>+</sup>, y después de 3 min de reacción se leyó la absorbancia de la mezcla a 515 nm. Se preparó una curva estándar con Trolox (Aldrich, St. Louis, Missouri, EU), y los resultados se reportaron como capacidad antioxidante equivalente en µM equivalente en Trolox por g base fresca (µM equiv Trolox·gm<sup>-1</sup> BF). Durante la floración, en seis hojas sanas y completamente desarrolladas de cinco unidades experimentales se cuantificó el contenido de clorofila; tanto tipo a como tipo b (Wellburn, 1994); así como la

concentración de  $\text{N-NO}_3^-$  en el extracto celular de peciolas, tomando los peciolas de cinco plantas por repetición de cada tratamiento. Este análisis se efectuó *in situ* mediante ionómetros específicos portátiles Cardy-Horiba®.

#### Análisis estadístico

Los resultados obtenidos fueron analizados mediante el programa estadístico SAS (1999) y comparación de medias (Tukey  $P \leq 0.05$ ).

### Resultados y discusión

#### Efecto sobre crecimiento y rendimiento de la planta

Los resultados indican que las diferentes relaciones de VC:A utilizadas en el experimento provocaron que las plantas de pepino mostraran diferencias significativas en el crecimiento ( $P \leq 0,05$ ). El mayor vigor de las plantas: representado por la altura de la planta, área foliar, materia seca, el rendimiento y sus componentes, fue logrado en la relación de 25:75, seguido por 30:70 de VC:A (Tabla 2).

Las plantas desarrolladas con mayor proporción de vermicompost produjeron la menor cantidad de biomasa, peso de frutos y rendimientos de frutos por planta. Estos resultados son similares a los obtenidos por Moreno et al. (2005) y Márquez et al. (2008), quienes señalan que la adición de proporciones pequeñas de vermicompost en el medio de crecimiento estimula el desarrollo de las plantas. Los autores atribuyen dicho efecto al mejoramiento de las condiciones de crecimiento ya que las mezclas de materiales orgánicos e inorgánicos usados como medios de cultivo sin suelo para hortalizas superan en rendimiento a las plantas cultivadas en material solo o puro (Márquez et al., 2008). Lo anterior es explicado por el mejoramiento de las propiedades físico-químicas del suelo o sustrato (Hernández et al., 2008), la liberación gradual de nutrientes (Atiyeh et al., 2002), así como a la presencia de hormonas naturales como bioestimuladores y reguladores de crecimiento y ácidos húmicos, generados por microorganismos capaces de producir auxinas, citoquininas y giberelinas (Azarmi et al., 2008; Mahmoud et al., 2009). En cambio proporciones mayores de vermicompost, incrementan la salinidad del medio radical, con lo que se dis-

Tabla 2. Valores medios de la altura de planta (ALT), área foliar (AF), materia seca (MS) y el rendimiento (REND) del cultivo de pepino en diferentes mezclas de VC:A, en invernadero  
Table 2. Mean values of plant height (ALT), leaf area (AF), dry matter (DM) and yield (REN) of cucumber cultivation in different mixtures of VC:S, in the greenhouse

Condición	ALT	AF	MS	REND
VC:A	cm	cm <sup>2</sup>	g planta <sup>-1</sup>	
25:75	2.37 a <sup>†</sup>	251.00 a	725.2 a	2655.6 a
30:70	1.99 b	195.33 ab	529.2 ab	1109.8 b
35:65	2.01 b	149.67 bc	301.3 bc	910.0 bc
40:60	1.78 c	136.67 c	233.7 c	883.3 bc
45:55	1.84 bc	125.67 c	171.7 c	421.4 c

<sup>†</sup> Valores con letras iguales en cada columna, son iguales de acuerdo con la prueba Tukey ( $P \leq 0.05$ ).

minuye la absorción de agua, nutrimentos y se afecta el metabolismo de la planta (Maathuis, 2009; Antal et al., 2010). Debido a esta razón se debe tener cuidado con la proporción de vermicompost utilizado, ya que la salinidad es un parámetro limitante para su utilización (Chong, 2005).

Los frutos de pepino fueron cosechados antes de alcanzar su madurez fisiológica (Staub et al., 2009). En total se realizaron seis cortes y se evaluaron algunos parámetros de la calidad como son la longitud, diámetro y peso de fruto y el contenido de antioxidantes. Estos parámetros de evaluación presentaron diferencia significativa ( $P \leq 0,05$ ) entre los distintos niveles de vermicompost utilizados (Tabla 3). El número de frutos por planta es el más importante componente del rendimiento en el cultivo de pepino y es influenciado por la dosis de fertilización (Prabhu et al., 2006). En el presente estudio, el número de frutos obtenidos por el tratamiento VC:A de 25:75 superaron a los obtenidos por Ortiz et al. (2009), quienes obtuvieron una producción promedio de 7.4 frutos de pepino

por planta en invernadero con soluciones nutritivas convencionales. Ello demuestra las bondades de la utilización del vermicompost como componente del sustrato, ya que además de lograr altos rendimientos y disminuir los costos de fertilización, se contribuye a la preservación del medio ambiente.

Los frutos obtenidos con el 25 y 30% de vermicompost como componente del sustrato estuvieron dentro de los estándares de calidad y fueron catalogados como Fancy para pepino tipo americano, mayores niveles de vermicompost produjeron frutos fuera de esta norma.

#### Efecto sobre la capacidad antioxidante en frutos de pepino

La mejor calidad del fruto puede atribuirse a un mejor crecimiento de la planta (Tabla 2). Estos mismos tratamientos de 25 y 30% de vermicompost obtuvieron la mayor capacidad antioxidante en extracto de pulpa vegetal (Tabla 3). Los altos rendimientos en los sistemas tradicionales de producción son debidos a la

Tabla 3. Valores medios de longitud de fruto (LF), diámetro de fruto (DF), número de frutos (NF), peso de fruto (PF) y capacidad antioxidante de frutos de pepino en diferentes mezclas VC:A, en invernadero

Table 3. Means values of fruit length (LF), fruit diameter (DF), number of fruits (NF), fruit weight (PF) and antioxidant capacity of cucumber fruit in different mixtures of VC:S in the greenhouse

Condición	LF	DF	NF	PF	Capacidad antioxidante
VC:A	cm			gr	$\mu\text{M}$ equiv Trolox / 100 g BF <sup>1</sup>
25:75	20.79 a <sup>†</sup>	4.56 ab	8.50 a	295.07 a	1015.2 b
30:70	20.77 a	4.71 a	3.70 b	299.94 a	1440.3 a
35:65	19.97 a	4.39 abc	3.39 b	267.55 a	943.6 b
40:60	19.48 ab	4.25 bc	3.40 b	260.61 ab	885.5 b
45:55	18.19 b	4.01 c	3.01 b	209.47 b	749.9 b

<sup>1</sup> Datos expresados como  $\mu\text{M}$  equivalente en Trolox por 100 g base fresco.

<sup>†</sup> Valores con letras iguales en cada columna, son iguales de acuerdo con la prueba Tukey ( $P \leq 0.05$ ).

alta disponibilidad nitrógeno, así como a la ausencia de factores estresantes. Sin embargo, dicho rendimiento va acompañado generalmente de una baja producción de compuestos bioactivos (Hallman y Rembalkowska, 2012), mientras que con la fertilización orgánica (vermicompost) se incrementan (Faezah et al., 2013). La diferencia encontrada en la capacidad antioxidante pudiera ser atribuida a la baja concentración de nitrógeno presente en los sustratos utilizados. Lorio (1986) y Herms y Mattson (1992) mencionan que las plantas producen mayores cantidades de azúcares (simples y complejos) y metabolitos secundarios (terpenoides, compuestos fenólicos, pigmentos, vitaminas y ácidos orgánicos) cuando son sometidas a un déficit de nitrógeno fácil-

mente disponible. Por otro lado, otros investigadores han reportado que en sistemas suficientes en nitrógeno, la producción de compuestos nitrogenados como aminoácidos, proteínas y alcaloides se incrementa (Winter y Davis, 2006; Hallman y Rembalkowska, 2012).

#### Concentración de nitratos en peciolo

El análisis estadístico mostró diferencias significativas ( $P \leq 0,05$ ) en la concentración de nitratos en el extracto celular de peciolo al inicio de fructificación (Tabla 4). La mayor concentración de  $N-NO_3^-$  correspondió a los tratamientos con la relación de 25:75 y 30:70 de VC:A. Estos valores se encuentran dentro del rango indicado como adecuado para el

Tabla 4. Efectos de tratamientos sobre la concentración de clorofila (Chl) y nitratos ( $NO_3^-$ ), a partir de peciolo (ECP) en plantas de pepino  
*Table 4. Effects of treatments on the chlorophyll (Chl) and nitrate ( $NO_3^-$ ), from petiole (ECP) on cucumber plants*

Condición	Chl		ECP
	a	b	$NO_3^-$
VC:S	g/cm <sup>2</sup>		mg L <sup>-1</sup>
25:75	16.09 a <sup>†</sup>	14.85 a	947 a
30:70	11.56 b	10.21 b	818 ab
35:65	10.26 b	9.48 b	674 bc
40:60	11.04 b	11.34 b	439 c
45:55	10.82 b	10.06 b	606 bc

<sup>†</sup> Valores con letras iguales en cada columna, son iguales de acuerdo con la prueba Tukey ( $P \leq 0.05$ ).

cultivo de pepino en invernadero (Sánchez, 2009). Mientras el resto de los tratamientos estuvieron en niveles deficientes. La concentración de  $N-NO_3^-$  en el extracto celular de peciolo es un indicador que refleja el estado nutricional de la planta como respuesta

a diferentes condiciones del medio de crecimiento (Taber, 2001; Villarreal et al., 2009). En este caso en particular es un reflejo de la concentración de nitratos en la vermicompost. Con relación a la clorofila a y b, con la menor relación de VC:A también se tuvieron

los mayores valores, lo que indica una buena nutrición nitrogenada en el cultivo ya que la concentración de clorofilas están correlacionado con la concentración de nitrógeno foliar (Fenech et al., 2009) y la dosis de fertilización con nitrógeno aplicado al cultivo (Güler et al., 2006).

### Conclusiones

La incorporación de vermicompost en el sustrato produjo diferencias significativas en el crecimiento, rendimiento y calidad de los frutos. La mezcla de vermicompost y arena 25/75 presentó las mejores condiciones para lograr la mayor altura de planta, en área foliar, biomasa, rendimiento y calidad del fruto al obtener mayor capacidad de antioxidante, en cambio dosis mayores al 30% de vermicompost presentan efectos negativos en cultivo.

### Agradecimientos

Al cuerpo Académico "Manejo Sustentable de los Recursos Agronómicos" (ITTOR-CA-1), por las facilidades y apoyos otorgados para la realización del presente trabajo.

### Bibliografía

Antal TH, Mattila M, Hakala-Yatkin T, Tyystjarvi E (2010). Acclimation of photosynthesis to nitrogen deficiency in *Phaseolus vulgaris*. *Planta*: 232: 887-898.

Atiyeh RM, Lee S, Edwards CA, Arancon NQ, Metzger JD (2002). The influence of humic acids derived from earthworm-processed organic wastes on plant growth. *Bioresource Technology*: 84: 7-14.

Azarmi R, Sharifi-Ziveh P, Satari MR (2008). Effect of vermicompost on growth, yield and nutrient status of tomato (*Lycopersicon esculentum*). *Pakistan Journal of Biological Science* 1: 1797-1802.

Domínguez J, Lazcano C, Gómez BM (2010). Influencia del vermicompost en el crecimiento de las plantas. Aportes para la elaboración de un concepto objetivo. *Acta Zoológica Mexicana*: 26: 359-371.

Esparza RJR, Stone MB, Stushnoff C, Pilon-Smits E, Kendall PA (2006). Effects of Ascorbic acid applied by two hydrocooling methods on physical and chemical properties of green leaf lettuce stored at 5 °C. *Journal of Food Science* 71: 270-276.

Faezah NO, Siti AH, Kalsom UY (2013). Comparative evaluation of organic and inorganic fertilizers on total phenolic, total flavonoid, antioxidant activity and cyanogenic glycosides in cassava (*Manihot esculenta*). *African Journal of Biotechnology* 12: 2414-2421.

Fenech L, Troyo DE, Trasviña MC, Ruiz EF, Beltrán MA, Murillo AB, García HJ, Zamora SS (2009). Relación entre un método no destructivo y uno de extracción destructivo, para medir el contenido de clorofila en hojas de plántula de albahaca (*ocimum basilicum* L). *Universidad y Ciencia* 25: 99-102.

FAO (Food Agriculture Organization) (2001). Los mercados mundiales de frutas y verduras orgánicas. Roma, Italia. 230 p.

Chong C (2005). Experiences with wastes and composts in nursery substrates. *HortTechnology* 15:739-747.

Gallardo M, Thompson RB, Rodríguez JS, Rodríguez F, Fernández FMD, Sánchez JA, Magán JJ (2009). Simulation of transpiration, drainage, N uptake, nitrate leaching, and N uptake concentration in tomato grown in open substrate. *Agricultural Water Management* 96:1773-1784.

González NJF (2009). La agricultura protegida. *Horticultivos*. Editorial Agro Síntesis S.A. de C.V. México, D.F. pp. 6.

González M, Gomez E, Comese R, Quesada M, Conti M (2010). Influence of organic amendments on soil quality potential indicators in an urban horticultural system. *Bioresource Technology* 101: 8897-8901.

- Güler S, Ibriki H, Büyük G (2006). Effects of different nitrogen Rates on Yield and leaf nutrient contents of drip fertigated and greenhouse grown cucumber. *Asian Journal of plant Sciences* 5: 657-662.
- Hallmann E, Rembiałkowska E (2012). Characterisation of antioxidant compounds in sweet bell pepper (*Capsicum annuum* L.) under organic and conventional growing systems. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 92: 2409-2415.
- Hernández MGI, Salgado GS, Palma LDJ, Lagunez ELC, Castelán EM, Ruiz RO (2008). Vinaza y composta de cachaza como fuente de nutrientes en caña de azúcar en un gleysol mólico de Chiapas, México. *Interciencia* 33: 855-860.
- Herms DA, Mattson WJ (1992). The dilemma of plants: to grow or to defend. *Quarterly Review of Biology* 67: 283-335.
- Lorio PL Jr (1986). Growth-differentiation balance a basis for understanding southern pine beetle-tree interactions. *Forest Ecology and Management* 14: 259-273.
- Llacuna L, Mach N (2012). Papel de los antioxidantes en la prevención del cáncer. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética* 16: 16-24.
- Maathuis FJ (2009). Physiological functions of mineral macronutrients. *Current Opinion in Plant Biology* 12: 250-258.
- Mahmoud EN, Kader EA, Robin, NP, Akkal C, El-Rahman LA (2009). Effects of Different Organic and Inorganic Fertilizers on Cucumber Yield and Some Soil Properties. *Word Journal of Agricultural Sciences* 5: 408-414.
- Márquez HC, Cano RP, Chew MYI, Moreno RA, Rodríguez DN (2006). Sustratos en la producción orgánica de tomate cherry bajo invernadero. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 12: 183-189.
- Márquez HC, Cano RP y Rodríguez DN (2008). Uso de sustratos orgánicos para la producción de tomate de invernadero. *Agricultura Técnica en México* 34: 69-74.
- Moreno RA, Valdés PMT, Zarate LT (2005). Desarrollo de tomate en sustratos de vermicompost/arena bajo condiciones de invernadero. *Agricultura Técnica* 65: 26-34.
- Ortiz CJ, Castillo SF, y García AT (2009). Características deseables de planta de pepino crecida en invernadero e hidroponía en altas densidades de población. *Revista Fitotecnia Mexicana* 32:289-294.
- Prabhu M, Natarajan S, Srinivasan K, Pugalandhi L (2006). Integrated nutrient management in cucumber. *Indian Journal of Agricultural Research* 40: 123- 126
- Sánchez GP, 2009. Manejo integral de la nutrición en el cultivo de cucurbitáceas. <http://www.itson.mx/micrositios/nch/Documents/cucurbitaceas.pdf>. (20 enero de 2013).
- Staub J, Robbins MED, Wehner TC (2009). Cucumber. *Cucurbit Breeding*. Horticultural Science. North Carolina State University. p.43. Disponible en <http://cuke.hort.ncsu.edu/cucurbit/wehner/articles/book15.pdf>. (2 enero de 2013).
- Tringovska I, Dintcheva T (2012). Vermicompost as Substrate Amendment for Tomato Transplant Production. *Sustainable Agriculture Research* 1: 115-122.
- Taber HG (2001). Petioles SAP nitrate sufficiency values for fresh market tomato production. *Journal of Plant Nutrition* 24: 945-959.
- Villarreal RM, Parra TS, Sánchez PP, Hernández VS, Osuna ET, Corrales M JL, Armenta BAD (2009). Fertirrigación con diferentes formas de nitrógeno en el cultivo. *Interciencia* 34: 135-139.
- Wang SY (2006). Effect of Pre-harvest Conditions on Antioxidant Capacity in Fruits. *Acta Horticulturae* 712: 299-306.
- Wellburn AR (1994). The spectral determination of chlorophylls *a* and *b*, as well as total carotenoids, using various solvents with spectrophotometers of different resolution. *Journal of Plant Physiology* 144: 307-313.
- Winter CK, Davis SF (2006). Organic foods. *Journal of Food Science* 71: 117-124.

(Aceptado para publicación el 30 de mayo de 2014)