

Respuesta del tomate cultivado en hidroponía con soluciones nutritivas en sustrato humus de lombriz-fibra de coco*

Response of tomato grown in hydroponics with nutrient solutions in substrate-coir vermicompost

Marino Valenzuela López¹, Leopoldo Partida Ruvalcaba¹, Tomás Díaz Valdés^{1§}, Teresa de Jesús Velázquez Alcaraz¹, Germán Bojórquez Bojórquez¹ y Tomás Enciso Osuna²

¹Facultad de Agronomía-Universidad Autónoma de Sinaloa. Carretera Culiacán-Eldorado km 17.5. A. P. 80000, Culiacán, Sinaloa, México. (marinova6@hotmail.com; parpolo@yahoo.com.mx). teresadejesus_v@hotmail.com; germanbojorquez@yahoo.com). ²Centro de Investigación y Desarrollo-CIAD. Culiacán, Sinaloa, México. tosuna@ciad.edu.mx. [§]Autor para correspondencia: tdiaz10@hotmail.com.

Resumen

El objetivo de este estudio fue conocer el efecto que induce la solución nutritiva Steiner al 100% de concentración nutrimental, así como las variaciones en la concentración de la misma (25 y 50%) de dicha concentración, en comparación con el testigo (sólo agua), aplicadas en mezclas de sustratos orgánicos a base de humus de lombriz y fibra de coco, en proporciones v:v de 25:75, 50:50 y 75:25. Con el tomate híbrido Imperial injertado con Multifort[®] tipo bola, de crecimiento indeterminado, durante el ciclo agrícola 2011-2012. Se estableció un experimento factorial 4 x 3 en un diseño experimental completamente al azar con cuatro repeticiones. Las variables de estudio fueron índice de verdor (determinada con SPAD 502), diámetro ecuatorial y polar de fruto, y rendimiento según la clasificación de la norma oficial NMX-FF-031-1997. Se observaron incrementos en el índice de verdor de 43.1, 48.7 y 55.8% con las soluciones al 25, 50 y 100% de concentración nutrimental a los 150 ddt (días después del trasplante), en comparación con plantas irrigadas con agua; el diámetro ecuatorial de los frutos tuvo incrementos de 34.3-39.3% en el primer racimo, en comparación al de frutos en el testigo, en el segundo racimo fueron de 55.8-60.2%, y en el tercero de 360.8-412.7%; el diámetro polar de frutos del tercer racimo se incrementó 308.6, 334.4 y 324.8% con las respectivas soluciones al 25, 50 y 100%; mientras que con las mismas

Abstract

The aim of this study was to determine the effect that induces Steiner nutrient solution 100% of nutrient concentration, as well as variations in the concentration of the same (25 and 50%) of the concentration, compared with the control (water only), applied in mixtures of organic substrates based on vermicompost and coir in proportions v: v 25:75, 50:50 and 75:25. With the Imperial hybrid tomato grafted Multifort[®] ball type, indeterminate growth during the 2011-2012 crop seasons. A factorial experiment was established 4 x 3 on a completely randomized experimental design with four replications. The study variables were greenness index (determined with SPAD 502), polar and equatorial diameter of fruit, and performance as rated by the official standard NMX-FF-031-1997. Increases were observed in the greenness index of 43.1, 48.7 and 55.8% with the solutions at 25, 50 and 100% of the nutritional 150 DAT (days after transplantation) compared with plants irrigated with water concentration; the equatorial diameter of the fruit had increases of 34.3-39.3% in the first cluster, compared to the fruits in the control, in the second cluster were of 55.8-60.2%, and the third of 360.8-412.7%; the polar diameter of the third cluster of fruits increased 308.6, 334.4 and 324.8% in the respective solutions at 25,

* Recibido: enero de 2014
Aceptado: mayo de 2014

soluciones el rendimiento total se expresó con incrementos de 295.0, 378.2 y 394.7%, pero las mejores respuestas se dieron donde se aplicaron las soluciones al 50 y 100%.

Palabras clave: diámetro ecuatorial y polar del fruto, índice de verdor, rendimiento.

Introducción

A nivel nacional e internacional, el tomate es la hortaliza más cultivada y consumida. En el año 2008, se cultivaron en el mundo 5 227 883 ha, que produjeron 129 649 883 Mg de tomate (FAO, 2010). En México ocupa el primer lugar en producción; es el producto hortícola de exportación por excelencia y el sostén principal de la estructura productiva, siendo Sinaloa el principal productor (SAGARPA, 2010).

El uso intensivo de fertilizantes inorgánicos en la agricultura, ha causado problemas de contaminación ambiental (Ersin *et al.*, 2010; Durdane *et al.*, 2011); agudizándose más al aplicarlos en dosis superiores a los requerimientos de los cultivos (Peña-Cabriales *et al.*, 2001). La nutrición balanceada obliga a sincronizar la demanda y el suministro de nutrientes, lo que permite optimizar el uso de fertilizantes y evita la contaminación de mantos acuíferos y la salinización de los suelos (Villareal *et al.*, 2006), esto ha conllevado a la necesidad de aplicar elementos nutritivos en forma racional, ya que, con el paso de los años, se han hecho evidentes los riesgos que implica el uso excesivo de fertilizantes y plaguicidas sobre la salud humana (Rodríguez *et al.*, 2007), por lo que para disminuir problemas de contaminación, los sistemas de producción han sido modificados al combinar fertilización orgánica con mineral (Rinaldi *et al.*, 2007). Sin embargo, para reducir y eliminar los efectos adversos de los fertilizantes sintéticos sobre el medio ambiente, nuevas prácticas agrícolas se han desarrollado en la llamada agricultura orgánica, ecológica y agricultura sustentable (Chowdhury, 2004).

El humus de lombriz, como sustrato, permite satisfacer la demanda nutritiva de los cultivos en invernadero, y reducir significativamente el uso de fertilizantes sintéticos (Manjarrez *et al.*, 1999; Rodríguez, 2009), además de ser un mejorador de suelo que no contamina (Urrestarazu, 2001). Según Márquez y Cano (2005), los elementos nutritivos contenidos en el humus de lombriz son suficientes para obtener producciones aceptables de tomate cherry. Incluso, cuando ésta es mezclada en concentraciones de 12.5 y 50% en arena (Moreno *et al.*, 2005).

50 and 100%; while solutions with the same total return is expressed in increments of 295.0, 378.2 and 394.7%, but the best responses occurred where solutions were applied at 50 and 100%.

Keywords: polar and equatorial diameter of fruit, greenness index, yield.

Introduction

Nationally and internationally, tomato is the most widely grown and consumed vegetable. In 2008, grown in the world 5227883 ha, which produced 129 649 883 Mg tomato (FAO, 2010). In Mexico ranks first in production; is the horticultural export par excellence and the mainstay of the production structure, Sinaloa being the main producer (SAGARPA, 2010).

The intensive use of inorganic fertilizers in agriculture has caused environmental pollution problems (Ersin *et al.*, 2010; Durdane *et al.*, 2011) sharpen more when applied in excess of crop requirements doses (Peña-Cabriales *et al.*, 2001). Balanced nutrition requires synchronize demand and supply of nutrients, thus optimizing the use of fertilizers and prevents contamination of groundwater and soil salinization (Villareal *et al.*, 2006), this has led to the need applying nutrients wisely because, over the years, have become apparent risks involved excessive use of fertilizers and pesticides on human health (Rodríguez *et al.*, 2007), so for reduce pollution problems, production systems have been modified by combining organic mineral fertilization (Rinaldi *et al.*, 2007). However, to reduce and eliminate adverse effects of synthetic fertilizers on the environment, new agricultural practices have been developed in the so-called organic agriculture, ecological and sustainable agriculture (Chowdhury, 2004).

The vermicompost as substrate can satisfy the nutrient demand of crops under glass, and significantly reduce the use of synthetic fertilizers (Manjarrez *et al.*, 1999; Rodríguez, 2009), besides being a soil enhancer, that does not pollute (Urrestarazu, 2001). According to Márquez and Cano (2005), the nutrients contained in the humus are sufficient to obtain acceptable yields of cherry tomato. Even when this is mixed at concentrations of 12.5 and 50% sand (Moreno *et al.*, 2005).

Las características antes referidas acerca de los sustratos, han originado que en la industria hortícola el humus de lombriz se considere con alto potencial comercial para proporcionar el medio de crecimiento de plántulas en almácigos y plantas en recipientes mayores (Ndegwa y Thompson, 2000). Rodríguez *et al.* (2008), citan que además de satisfacer la demanda nutricional de los cultivos hortícolas en invernadero y reducir significativamente el uso de fertilizantes sintéticos, contienen sustancias activas que actúan como reguladores de crecimiento, tienen alto contenido de ácidos húmicos, en el suelo elevan la capacidad de intercambio catiónico, aumentan la porosidad y capacidad de retención de humedad, y facilitan la aireación y el drenaje.

Desde el punto de vista económico, es atractivo el uso de sustratos orgánicos, ya que permite reducir los costos derivados de la fertilización química, hasta 10% (Trápaga y Torres, 1994).

Por lo anterior, el objetivo de esta investigación fue determinar la respuesta del tomate cultivado en hidroponía con soluciones nutritivas de diferente concentración de nutrimentos aplicadas en sustratos constituidos a base de humus de lombriz y fibra de coco.

Materiales y métodos

El estudio se realizó en condiciones de invernadero durante el ciclo agrícola 2011-2012, en el campo Experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Sinaloa (UAS), ubicado en el km 17.5 de la Maxi-pista Culiacán-Mazatlán, en un diseño factorial 4 x 3, donde se evaluó el efecto ocasionado por diferentes concentraciones de la solución nutritiva Steiner (0, 25, 50 ó 100%) en el tomate híbrido 'Imperial' tipo bola, de crecimiento indeterminado, injertado en el patrón Multifort[®], después de haber permanecido 35 días en charolas de unicel con 128 cavidades rellenas con sustrato marca SOGEMIX[®]; asimismo, se evaluó la respuesta a los sustratos orgánicos constituidos por la mezcla de humus de lombriz y fibra de coco en proporciones volumen: volumen (v:v) de 25:75, 50:50 y 75:25.

Como ya se refirió la solución Steiner se elaboró en concentraciones de 25, 50 y 100%, a estas se adicionaron 50 y 20 mg L⁻¹ de los fertilizantes a partir de los respectivos fertilizantes Hidromix proan[®] y Sinergipron[®] Fe (EDDHA) respectivamente, los cuales son fuente de micronutrientes

The aforementioned traits on the substrates, which originated in the horticultural industry vermicompost considered with high commercial potential to provide the growth medium in nurseries and plants in larger containers (Ndegwa and Thompson, 2000). Rodríguez *et al.* (2008), mentioned that in addition to meeting the nutritional demand of horticultural crops in greenhouses and significantly reduce the use of synthetic fertilizers, contain active substances that act as growth regulators, are high in humic acids, soil raise the capacity cation exchange, increase the porosity and water holding capacity, and facilitate aeration and drainage.

From an economic point of view, it is attractive to use organic substrates, as it reduces the costs of chemical fertilization, up to 10% (Trápaga and Torres, 1994).

Therefore, the objective of this research was to determine the response of tomato grown in hydroponics with nutrient solutions of different concentrations of nutrients applied to substrates formed of vermicompost and coir.

Materials and methods

The study was conducted under greenhouse conditions during the season 2011-2012 in the experimental field of the Faculty of Agriculture of the Autonomous University of Sinaloa (UAS) located at km 17.5 of the Maxi-track Culiacán-Mazatlán, in one 4 x 3 factorial design, where different concentrations caused by Steiner nutrient solution (0, 25, 50 or 100%) in the hybrid tomato 'Imperial' type ball indeterminate effect, grafted onto the pattern was evaluated Multifort[®], after spending 35 days in Styrofoam trays with cavities filled with substrate 128 SOGEMIX[®] brand; volume (v:v) of 25:75, 50:50 and 75:25 also Reply to organic substrates consisting of the mixture of humus and coconut fiber volume proportions were evaluated.

As the Steiner solution already referred was prepared at concentrations of 25, 50 and 100%, these were added 50 and 20 mg L⁻¹ of the fertilizer from the respective fertilizers Hidromix Proan[®] and Sinergipron[®] Fe (EDDHA) respectively, which are a source of micronutrients and effects that caused the different nutrient solutions were compared with the response of tomato irrigated with water only (control). The concentration of the Steiner 100% solution is

y los efectos que ocasionaron las diferentes soluciones nutritivas se compararon con la respuesta del tomate regado sólo con agua (testigo). La concentración de la solución Steiner al 100% es la siguiente: 12, 1, 7, 7, 9 y 4 mol_c m⁻³ de NO₃⁻, H₂PO₄⁻, SO₄²⁻, K⁺, Ca²⁺ y Mg²⁺, respectivamente (Steiner, 1984). Las fuentes de fertilizantes inorgánicos usados en la preparación de las soluciones nutritivas fueron: Ca(NO₃)₂·4H₂O, KNO₃, K₂SO₄, KH₂PO₄ y MgSO₄·7H₂O.

Con la combinación de factores en los niveles antes indicados, se constituyeron 12 tratamientos, mismos que fueron distribuidos completamente al azar, con cuatro repeticiones. La unidad experimental fue un grupo de seis plantas contenidas en tres macetas con 14 L del sustrato correspondiente (dos plantas por maceta).

Después de mezclar el humus de lombriz y la fibra de coco, se llenaron bolsas de plástico color blanco (macetas) de 40 x 18 x 43 con un volumen de sustrato de 14 L. En el Cuadro 1 se indican las propiedades químicas de los componentes del sustrato y de las mezclas de los mismos.

as follows: 12, 1, 7, 7, 9 and 4 mol_c m⁻³ NO₃⁻, H₂PO₄⁻, SO₄²⁻, K⁺, Ca²⁺ and Mg²⁺, respectively (Steiner, 1984). Sources of inorganic fertilizers used in the preparation of the nutrient solutions were: Ca(NO₃)₂·4H₂O, KNO₃, K₂SO₄, KH₂PO₄ and MgSO₄·7H₂O.

With the combination of the above factors on levels 12 treatments themselves were distributed completely randomized with four replications were established. The experimental unit was a group of six plants contained three pots with 14 L of the corresponding substrate (two plants per plot).

After mixing vermicompost and coir filled white plastic bags (pots) 40 x 18 x 43 with a volume of 14 L. substrate Table 1 shows the chemical properties of the components listed substrate and mixtures thereof.

The transplant was performed on November 19, 2011, with two seedlings per pot, which are being accommodated in single row, with 1.60 m spacing between beds for a population density of 2.5 plants m⁻². The Table 2 shows the chemical properties of water used for watering potted plants are indicated.

Cuadro 1. Propiedades químicas del humus de lombriz (HL), de la fibra de coco (FC) y de los sustratos utilizados. Table 1. Chemical properties of vermicompost (HL), coir (FC) and the substrates used.

Propiedades químicas	Componentes del sustrato		Sustratos (HL:FC, v:v)		
	HL	FC	25:75	50:50	75:25
pH	5.94	6.40	6.40	6.37	6.28
CE (dS m ⁻¹)	8.16	1.85	3.50	4.12	5.25
			mol _c m ⁻³		
NO ₃ ⁻	5.39	1.91	7.58	7.12	6.90
HCO ₃ ⁻	1.70	1.64	1.64	1.40	1.50
Cl ⁻	5.00	12.64	17.80	16.80	14.60
Na ⁺	2.63	5.89	4.36	4.26	1.73
K ⁺	5.84	4.96	8.84	8.28	7.62
Ca ²⁺	54.64	4.41	15.11	30.70	31.18
Mg ²⁺	17.50	2.45	5.95	7.04	11.25

HL= humus de lombriz; FC= fibra de coco.

El trasplante se realizó el 19 de noviembre de 2011, con dos plántulas por maceta, mismas que se acomodaron en hilera sencilla, con 1.60 m de separación entre camas, para obtener una densidad de población de 2.5 plantas m⁻². En el Cuadro 2 se indican las propiedades químicas del agua que se utilizó para el riego de las plantas en macetas.

For the nutrient solutions (SN) containers were used with capacity of 400 L, and the application was performed with a digital programmer (timer) interconnected with four electric pumps with capacity of 11/4 HP, connected to a hose with droppers spending 3 L h⁻¹, a distributor inserting four outputs and two picks per pot. The start of irrigation

Cuadro 2. Propiedades químicas del agua utilizada para los riegos del tomate en hidroponía.
Table 2. Chemical properties of the water used for irrigation of tomatoes in hydroponics.

pH	CE (dS m ⁻¹)	NO ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺
				mol _c m ⁻³					
7.8	0.39	0.09	0.0	2.16	0.40	0.37	2.10	0.98	0.73

Para las soluciones nutritivas (SN) se usaron contenedores con capacidad de 400 L, y la aplicación se realizó con un programador digital (temporizador) interconectado con cuatro bombas eléctricas con capacidad de 1^{1/4} HP, conectadas a una manguera con goteros para gasto de 3 L h⁻¹, insertándosele un distribuidor de cuatro salidas y dos piquetas por maceta. El inicio del riego con las SN fue a los 20 días después del trasplante (ddt), con ocho riegos diarios durante 3 a 5 min, cuya frecuencia se incrementó conforme a la demanda del cultivo, de tal forma que a los 72 ddt se aplicaron 16 riegos diarios con duración de cinco minutos (4 L por maceta al día).

La planta se guió a un tallo, definiéndolo al eliminar el primer brote axilar debajo del primer racimo floral, y durante el desarrollo del cultivo se hizo desbrote. Se hicieron defoliaciones basales para dar mayor ventilación y luminosidad entre plantas, disminuir condiciones para enfermedades e inducir uniformidad en maduración de frutos en 2 a 3 racimos que se dejaron descubiertos (Moreno *et al.*, 2012).

El índice de verdor o lecturas SPAD se determinó con un equipo SPAD 502 marca Minolta®, a los 100, 116 y 150 ddt; diámetro ecuatorial y polar de frutos en los primeros tres racimos que se formaron, a través de ocho, seis y cinco mediciones en el primero, segundo y tercer racimo, respectivamente, las cuales se realizaron cada 15 días con vernier digital. Los frutos se clasificaron de acuerdo a la norma oficial NMX-FF-031-1997; en tamaño grande (4 x 4, 4 x 5), mediano (5 x 5, 5 x 6) y chico (6 x 6, 6 x 7 y 7 x 7); y el rendimiento total de frutos expresado en kg m⁻², a través de ocho cortes en total, realizándose un corte por semana a partir del 01 de marzo y finalizó el 20 de abril de 2012 (51 días en cosecha).

Resultados y discusión

Índice de verdor (IV)

Los resultados del análisis de varianza muestran que no existe diferencia significativa en el IV por efecto de las interacciones. En el Cuadro 3, se denota que en los tres

with NS was at 20 days after transplanting (DAT) with eight daily irrigations for 3 to 5 min, the frequency was increased according to the demand of the crop, so that at 72 DAT were applied 16 daily irrigations with duration of five minutes (4 L per pot per day).

The plant was guided to a stem, defining scoring the first axillary bud below the first flower cluster, and during crop development was weeding. Basal defoliation were made to give more ventilation and light between plants, reduce diseases and conditions for inducing uniform ripening of fruits in 2-3 bunches were left uncovered (Moreno *et al.*, 2012).

The greenness index or SPAD readings was determined with a Minolta SPAD 502® brand team, the 100, 116 and 150 DAT; polar and equatorial diameter of fruits in the first three clusters were formed through eight, six and five measurements in the first, second and third cluster, respectively, which were performed every 15 days with digital vernier. The fruits were classified according to the official standard NMX-FF-031-1997; Large (4 x 4, 4 x 5), medium (5 x 5 5 x 6) and small (6 x 6, 6 x 7 and 7 x 7); and total fruit yield in kg m⁻², through eight tracks in total, performing a cut March 1st of the week and ended on April 20, 2012 (51 days to harvest).

Results and discussion

Greenness index (IV)

The results of the analyzes of variance show that there is no significant difference in the effect of IV interactions. In Table 3, it indicates that in the three samplings greenness index increased as the increased nutrient concentration in the nutrient solution (SN). At 110 DAT IV increases were 86.2, 91.1 and 94.3% with the solutions of 25, 50 or 100% of nutrient concentration compared to the control (plants irrigated with water only); at 116 DAT increases were 53.4, 54.3 and 59.1%, respectively; while the 150 DAT respective

muestreos realizados el índice de verdor se incrementó a medida que la concentración de nutrimentos aumentó en la solución nutritiva (SN). A los 110 ddt los incrementos de IV fueron de 86.2, 91.1 y 94.3% con las soluciones de 25, 50 ó 100% de concentración nutrimental, en comparación al testigo (plantas regadas sólo con agua); a los 116 ddt los incrementos fueron de 53.4, 54.3 y 59.1%, respectivamente; mientras que a los 150 ddt los respectivos incrementos fueron de 43.1, 48.7 y 55.8%; en ambos casos en comparación con el testigo. De manera contraria, el factor sustrato no influyó de manera estadísticamente significativa el IV 25, 50 ó 100%.

Preciado *et al.* (2011), con un estudio realizado de soluciones orgánicas comparadas con la solución de Steiner del 100% en tomate, obtuvieron con la solución de Steiner al 100% un IV de 54.02, el cual en esta investigación se vio superado el IV a los 150 ddt; 3.7 y 8.8% en plantas tratadas con las soluciones Steiner al 50 ó 100% de concentración nutrimental, respectivamente. Por otra parte Cruz *et al.* (2012), encontraron diferencias estadísticas altamente significativas con el uso de soluciones nutritivas aplicadas al tomate tipo bola, donde obtuvieron un IV que osciló entre 44.7 y 57.3, a los 40 ddt, y entre 36.8 a 53.8 a los 70 ddt, cuyos valores de IV fueron inferiores a los que se obtuvieron en este estudio a los 150 ddt, con la aplicación de soluciones al 50 y 100%.

El análisis de correlación entre el IV y las soluciones nutritivas, a los 110, 116 y 150 ddt, indicó que la relación fue positiva con valores de $r=0.73, 0.74$ y 0.82 , respectivamente, ya que el IV se incrementó en la medida que fue mayor la concentración de nutrimentos en las soluciones aplicadas en cualquiera de las mezclas de sustratos. Las lecturas SPAD, que según Castro *et al.* (2004), se relaciona con crecimiento vegetativo vigoroso, alta actividad fotosintética y síntesis de carbohidratos, lo que a su vez influye en el rendimiento de las especies vegetales.

Diámetro ecuatorial y polar de frutos

En el Cuadro 4, se puede observar los efectos simples de los factores de estudio sobre el tamaño de los frutos. La concentración de soluciones nutritivas con 25, 50 y 100% de concentración nutrimental incrementó el diámetro ecuatorial de frutos en el primer racimo tuvo en 39.3, 34.3 y 36.9%, respectivamente, en comparación al que se observó en el testigo; en el segundo racimo el diámetro ecuatorial de frutos de plantas tratadas con las soluciones nutritivas con concentraciones de 25, 50 y 100% fue 55.8, 60.2 y 58.1%

increases were 43.1, 48.7 and 55.8%; in both cases compared to control. Conversely, the substrate factor not statistically significantly influenced the IV 25, 50 or 100%.

Cuadro 3. Índice de verdor (IV) en respuesta a las diferentes soluciones nutritivas y sustratos.
Table 3. Greenness index (IV) in response to different nutrient solutions and substrates.

Solución nutritiva (%) de concentración	Índice de verdor (lecturas Spad)		
	110 ddt	116 ddt	150 ddt
0 (testigo)	27.06 b	32.38 b	37.70 c
25	50.38 a	49.66 a	53.93 b
50	51.70 a	49.95 a	56.03 ab
100	52.59 a	51.51 a	58.75 a
DMS	3.72	3.84	3.47
Sustrato HL:FC % (v:v)			
25:75	45.70 a	45.63 a	52.38 a
50:50	44.55 a	46.72 a	51.66 a
75:25	46.05 a	45.27 a	50.77 a
DMSH	2.92	3.01	2.72

HL= humus de lombriz; FC= fibra de coco. Medias con diferente letra en la misma columna para cada factor de estudio son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05).

Preciado *et al.* (2011), with a study of organic solutions compared with the solution of Steiner 100% in tomato, the solution Steiner 100% an IV of 54.02, which in this research was exceeded IV at 150 DAT; 3.7 and 8.8% in plants treated with the solutions Steiner 50 or 100% of nutritional, concentration respectively. Moreover Cruz *et al.* (2012) found highly significant differences using nutrient solutions applied to ball-type tomato, where they got an IV which ranged between 44.7 and 57.3, at 40 DAT, and between 36.8 to 53.8 at 70 DAT, whose values IV were lower than those obtained in this study at 150 DAT, implementing solutions with 50 and 100%.

Correlation analysis between the IV and the nutrient solutions, the 110, 116 and 150 DAT, said the relationship was positive with values of $r= 0.73, 0.74$ and 0.82 , respectively, as the IV was increased to the extent that was higher nutrient concentration in the solutions used in any mixtures of substrates. SPAD readings according Castro *et al.* (2004), is associated with vigorous vegetative growth, high photosynthetic activity and carbohydrate synthesis, which in turn influences the performance of the plant species.

mayor que el testigo; mientras que en el tercer racimo fue 360.4, 412.6 y 386% también en comparación con el testigo. El diámetro polar de frutos fue también mayor a medida que se incrementó la concentración de la solución nutritiva; las concentraciones de ésta de 25, 50 y 100% produjeron frutos en el primer racimo con mayor diámetro polar en 28.0, 32.0 y 28.9% que el testigo; en el segundo racimo los incrementos fueron de 124.3, 124.9 y 126.3%, y en el tercero de 308.6, 334.4 y 324.8% (Cuadro 4). Por otro lado, el sustrato utilizado no afectó estadísticamente el tamaño de fruto (Cuadro 4). No hubo diferencia estadística significativa en la interacción de los factores de estudio.

Polar and equatorial diameter of fruit

In Table 4, we can see the simple effects of the study factors on fruit size. The concentration of nutrient solutions containing 25, 50 and 100% of nutrient concentration in the equatorial diameter increased fruit the first cluster was at 39.3, 34.3 and 36.9%, respectively, compared to that observed in the control; second cluster in the equatorial diameter of fruit treated with nutrient solutions with concentrations of 25, 50 and 100% levels were 55.8, 60.2 and 58.1% greater than the control; while in the third cluster was 360.4, 412.6 and 386% also in comparison with the control. The polar

Cuadro 4. Efectos simples de los factores de estudio sobre diámetros ecuatorial y polar del fruto (mm) evaluados en tres racimos de tomate en sistema hidropónico.

Table 4. Effects of simple factors study on polar and equatorial diameter of fruit (mm) evaluated in three clusters of tomato in hydroponic system.

Solución nutritiva (%) de concentración	Racimo 1		Racimo 2		Racimo 3	
	DE	DP	DE	DP	DE	DP
0 (testigo)	62.72 b	48.15 b	52.21 b	26.65 b	14.50 b	12.55 b
25	87.40 a	61.63 a	81.37 a	59.78 a	66.77 a	51.28 a
50	84.23 a	63.56 a	83.65 a	59.96 a	74.34 a	54.52 a
100	85.84 a	62.05 a	82.52 a	60.31 a	70.47 a	53.32 a
DMSH	18.96	11.60	15.18	15.63	15.52	11.01
HL:FC (v:v)						
25:75	71.97 a	53.77 a	75.74 a	48.16 a	53.71 a	39.62 a
50:50	86.42 a	62.62 a	71.70 a	50.65 a	62.23 a	48.01 a
75:25	81.74 a	60.15 a	77.38 a	56.20 a	53.61 a	41.12 a
DMSH	18.96	9.11	11.93	12.28	12.19	8.65

HL= humus de lombriz; FC= fibra de coco; DE= diámetro ecuatorial; DP= diámetro polar. Medias con diferente letra en la misma columna son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05).

Los efectos ocasionados por las soluciones nutritivas aquí observados tienen relación con los resultados de Preciado *et al.* (2011), quienes encontraron que en el tomate saladette cultivar ‘Cid’ establecido en diferentes sustratos orgánicos y solución Steiner al 100%, el diámetro ecuatorial llegó a ser de 50.9 a 59.0 mm; mientras que el diámetro polar varió de 58.7-61.6 mm. Asimismo, los resultados obtenidos por efecto del sustrato utilizado, tienen relación con los de Moreno *et al.* (2008), toda vez que ellos obtuvieron valores de 75.9 y 69.0 mm en diámetro ecuatorial y polar, respectivamente, en cultivo de tomate tipo bola, con la mezcla de humus de lombriz y arena (v:v) en proporciones de 50%. De igual manera con los de Rodríguez *et al.* (2007), quienes cosecharon frutos con diámetro ecuatorial de 7.1 y

fruit diameter was also higher as the concentration of the nutrient solution is increased; these concentrations of 25, 50 and 100% produced fruit in the first bunch more polar diameter 28.0, 32.0 and 28.9% than the control; in the second cluster increases were 124.3, 124.9 and 126.3%, and the third of 308.6, 334.4 and 324.8% (Table 4). Furthermore, the substrate used not statistically affect fruit size (Table 4). There was no statistically significant difference in the interaction of the factors studied.

The effects caused by nutrient solutions observed here are related to the results of Preciado *et al.* (2011), who found that in Saladette tomato cultivar ‘Cid’ established in different organic substrates and Steiner 100% solution, the equatorial

8 cm, en donde aplicaron las respectivas mezclas de humus de lombriz con arena o extracto de humus de lombriz con arena.

Moreno *et al.* (2012), mencionan que el diámetro polar en fruto de tomate al usar mezclas de humus de lombriz y arena fue de 5.9 a 6.1 cm sin existir diferencia significativa entre ellos, únicamente para dos genotipos de tomate (Miramar y Romina), pero no para la interacción sustrato x genotipo. Estos mismos resultados fueron obtenidos por Rodríguez *et al.* (2008) en diámetro polar promedio de 5.4 a 6.1 cm en genotipos de Big beef y Miramar respectivamente. De la Cruz *et al.* (2009) obtuvo diámetro polar promedio de 5.9 cm en tomate saladette híbrido SUN 7705, desarrollado en diferentes mezclas de arena con composta y humus de lombriz en invernadero. Las proporciones de humus de lombriz y fibra de coco empleadas en los dos sustratos no modificaron la respuesta en diámetro ecuatorial y polar; De la Cruz *et al.* (2009) no encontraron diferencias significativas al usar en la mezcla de composta y humus de lombriz en diferentes proporciones (50, 75 y 100%) con arena por lo que los resultados son similares a los obtenidos en el presente estudio.

Rendimiento de fruto

El rendimiento promedio de frutos grandes presentó diferencia estadística altamente significativa por efecto del factor de estudio solución nutritiva (Cuadro 5); por el contrario, el sustrato como factor de estudio no lo influyó de manera significativa ($p=0.1484$). En el mismo cuadro se puede observar que el rendimiento de frutos grandes fue superior en 443.3% mayor con la SN al 25% de concentración, 535.1% con la SN al 50% y 549.5% con la SN al 100%, en comparación con el rendimiento de frutos grandes obtenidos en plantas irrigadas solo con agua.

La producción de frutos medianos se incrementó en 276.8, 348.5 y 388.8% con las SN al 25, 50 y 100% de concentración, respectivamente, en comparación al rendimiento de estos frutos en plantas regadas con agua (Cuadro 5). La producción de frutos chicos en las soluciones nutritivas al 25, 50 y 100% fue mayor en 130.9, 200 y 226.7% con respecto al testigo. En tanto el rendimiento total se expresó con incrementos de 295, 378.2 y 394.7% con las soluciones referidas, también en comparación con el testigo. En el mismo cuadro también puede notarse que las mezclas de sustratos no influyeron en el rendimiento en los tamaños evaluados.

diameter became 50.9 to 59.0 mm; while the polar diameter ranged from 58.7-61.6 mm. Also, the results obtained by the effect of substrate used, are related to those of Moreno *et al.* (2008), since they obtained values of 75.9 and 69.0 mm in equatorial and polar diameter, respectively, in tomato crop ball type, with the mixture of humus and sand (v: v) in proportions of 50%. Similarly with Rodríguez *et al.* (2007), who harvested fruits with equatorial diameter of 7.1 cm and eight, where the respective mixtures applied vermicompost extract sand or humus with sand.

Moreno *et al.* (2012) mentioned that, the polar diameter in tomato fruit using mixtures of vermicompost and sand was 5.9 to 6.1 cm with no significant difference between them exist only for two tomato genotypes (Miramar and Romina), but not for the substrate x genotype interaction. Rodríguez *et al.* (2008) obtained these results in polar average diameter of 5.4 to 6.1 cm in genotypes “Big beef” and “Miramar” respectively. De la Cruz *et al.* (2009) obtained average polar diameter of 5.9 cm on hybrid tomato Saladette SUN 7705, developed in different mixtures of sand with compost and vermicompost in greenhouse. The proportions of vermicompost and coir used in the two substrates did not affect the response in equatorial and polar diameter; De la Cruz *et al.* (2009) found no significant using the mixture of compost and vermicompost in different proportions (50, 75 and 100%) with differences sand so that the results are similar to those obtained in the present study.

Fruit yield

The average yield of large fruits showed highly significant statistical difference factor effect study nutrient solution (Table 5); on the contrary, the study factor substrate not influenced significantly ($p=0.1484$). In the same Table, it can be seen that the yield of large fruits was higher by 443.3% larger than the SN at 25% concentration, 535.1% with SN at 50% and 549.5% with SN 100%, compared to large fruit yield obtained in plants irrigated with water only.

Production increased medium fruits 276.8, 348.5 and 388.8% with SN 25, 50 and 100% concentration, respectively, compared to the performance of these fruits in plants irrigated with water (Table 5). The production of fruit in small nutrient solutions 25, 50 and 100% was higher in 130.9, 200 and 226.7% compared with the control. While total yield was expressed in increments of 295, 378.2 and 394.7%

Cuadro 5. Rendimiento promedio de frutos clasificados por tamaño y en total por metro cuadrado.
Table 5. Average yield size-graded fruit and total per square meter.

Solución nutritiva (%) de concentración	Rendimiento (kg m ⁻²)			
	Grandes	Medianos	Chicos	Total
0 (testigo)	0.97 b	1.34 c	0.71 c	3.03 c
25	5.27 a	5.05 b	1.64 b	11.97 b
50	6.16 a	6.01 a	2.13 ab	14.49 a
100	6.30 a	6.55 a	2.32 a	14.99 a
DMSH	1.41	0.79	0.52	1.84
HL:FC % (v:v)				
25:75	4.63 a	4.77 a	1.67 a	11.07 a
50:50	4.65 a	4.73 a	1.76 a	11.15 a
75:25	4.75 a	4.71 a	1.68 a	11.14 a
DMSH	1.11	0.62	0.41	1.45

HL= humus de lombriz; FC= fibra de coco. Medias con diferente letra en la misma columna son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05).

Los rendimientos de frutos grandes en las soluciones nutritivas al 25, 50 y 100% de concentración (5.27, 6.16 y 6.30 kg m⁻² respectivamente) fueron superiores a los que reportaron Godoy *et al.* (2009), quienes encontraron rendimientos de 2.1 kg m⁻² en tomate injertado, con soluciones nutritivas al 33, 66 y 100% de concentración. Sin embargo, los rendimientos de frutos medianos (1.34, 5.05, 6.01 y 6.55 kg m⁻² en las soluciones nutritivas a 25, 50 y 100% respectivamente) y frutos chicos (0.71, 1.64, 2.13 y 2.32 kg m⁻² en las soluciones nutritivas a 25, 50 y 100% respectivamente) obtenidos en esta investigación, fueron inferiores a los que reportaron los mismos autores (17 y 5.4 kg m⁻², respectivamente).

En el Cuadro 6 se presentan los rendimientos de frutos medianos por efecto de la interacción de los factores de estudio. De manera general los mayores rendimientos de estos frutos se registraron en plantas regadas con soluciones nutritivas con 50 y 100% de concentración; independientemente de la proporción de humus de lombriz y fibra de coco en el sustrato.

with the abovementioned solutions in comparison with the control. The same table can also be noted that mixtures of substrates did not influence performance in sizes evaluated.

The yields of large fruit in nutritional 25, 50 and 100% concentration (5.27, 6.16 and 6.30 kg m⁻² respectively) solutions were higher than those reported Godoy *et al.* (2009), who found yields of 2.1 kg m⁻² grafted tomato nutrient solutions with 33, 66 and 100% concentration. However, the yields of medium fruits (1.34, 5.05, 6.01 and 6.55 kg m⁻² in the nutrient solutions at 25, 50 and 100%, respectively) and small fruits (0.71, 1.64, 2.13 and 2.32 kg m⁻² in nutrient solutions at 25, 50 and 100%, respectively) obtained in this study were lower than those reported by the same authors (17 and 5.4 kg m⁻², respectively).

Yields of medium fruits are presented interaction effects of the study factors in Table 6. Generally, the higher yields of these fruits were recorded in irrigated with nutrient solutions with 50 and 100% concentration levels; regardless of the proportion of vermicompost and coir in the substrate.

Cuadro 6. Interacciones de soluciones nutritivas con mezclas de sustratos y rendimiento de frutos medianos (kg m⁻²).
Table 6. Interactions nutrient solutions with mixtures of substrates and yield of medium fruits.

Soluciones nutritivas (%) de concentración	Relación HL:FC en los sustratos		
	25:75	50:50	75:25
0 (testigo)	0.57 d	1.74 d	1.72 d
25	4.61 c	5.39 abc	5.15 bc
50	6.96 a	5.79 abc	5.28 abc
100	6.96 a	6.02 abc	6.69 ab

HL= humus de lombriz; FC= fibra de coco. Medias con letras diferentes son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05).

Los resultados de la interacción de los factores de estudio, solución nutritiva y sustrato, tuvieron efecto significativo sobre el rendimiento total de frutos (Cuadro 7). La tendencia observada es similar a la registrada para el rendimiento de frutos medianos.

Estos resultados indican que con las SN al 50 ó 100% de concentración nutrimental, se puede lograr mayor rendimiento de tomate en comparación con el que se obtiene con la SN al 25% y con el testigo, al ser aplicadas en la mezcla de sustratos 25:75 v:v; lo que coincide con lo reportado por Cruz *et al.* (2012), autores que refieren que el rendimiento no se incrementa al aumentar de 50 a 100% la concentración nutrimental de las SN; sino que se hacen excesivas aportaciones de nutrimentos que sólo contribuyen a la contaminación del ambiente (Rodríguez *et al.*, 2007).

Cuadro 7. Interacciones de soluciones nutritivas con mezclas de sustratos y rendimiento total de tomate (kg m⁻²).

Table 7. Interactions nutrient solutions with mixtures of substrates and total yield of tomato.

Soluciones nutritivas (%) de concentración	Relación HL:FC en los sustratos		
	25:75	50:50	75:25
0 (testigo)	1.58 c	4.17 c	3.34 c
25	10.57 b	12.41 ab	12.93 ab
50	16.07 a	14.45 ab	12.95 ab
100	16.07 a	13.58 ab	15.33 a

Medias con letras diferentes son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05).

El mayor rendimiento total (16.07 kg m⁻²) registrado con las soluciones de 50 ó 100% de concentración nutrimental y sustrato de 25:75 (v:v HL:FC), es inferior a los 24.4 kg m⁻² que Godoy *et al.* (2009) reportaron al cultivar en suelo en tomate bola injertado. En este sentido, De La Cruz *et al.* (2009), quienes reportaron que en sistemas de producción con manejo inorgánico el rendimiento de tomate es mayor a los 5 kg m⁻² que se obtienen al usar 75% de humus de lombriz en el medio de crecimiento; asimismo, Márquez *et al.* (2008), quienes obtuvieron rendimientos totales de 9.1 kg m⁻² y 8.8 kg m⁻² al cultivar tomate en mezclas con 37.5% de perlita con composta y humus de lombriz, respectivamente.

Además, Cruz *et al.* (2012) refieren que con el humus de lombriz por si solo es difícil que se den las condiciones adecuadas para un buen crecimiento y desarrollo de las plantas, por lo que es necesario hacer mezclas con otros materiales; asimismo, lo señalan Subler *et al.* (1998) y Riggle (1998), al cultivar tomate en sustratos con proporciones entre 10 y 20% de composta. No obstante, se debe tener presente que al usar más de 20% de composta en el sustrato se induce decremento en el rendimiento (Atiyeh *et al.*, 2000a; Atiyeh *et al.*

The results of the interaction of the study factors, nutrient solution and substrate had significant effect on total fruit yield (Table 7). The observed trend is similar to that observed for the yield of medium fruits.

These results indicate that with the SN to 50 or 100% of nutrient concentration, higher yields can be achieved compared with tomato which is obtained with the SN to 25% and with the control, when applied to the mixture of substrates 25:75 v:v; which coincides with that reported by Cruz *et al.* (2012), authors have reported that the yield is not increased by increasing from 50 to 100% the nutrient concentration of the SN; but excessive inputs of nutrients that only contribute to the pollution of the environment (Rodríguez *et al.*, 2007) are made.

The highest total yield (16.07 kg m⁻²) recorded with solutions of 50 or 100% of nutrient concentration and substrate of 25:75 (v:v HL: FC) is less than 24.4 kg m⁻² Godoy *et al.* (2009) reported to be grown in soil ball grafted tomato. In this regard, Davies *et al.* (2009), who reported that in production systems management inorganic tomato yield is greater than 5 kg m⁻² obtained using 75% vermicompost in the growth medium; also Márquez *et al.* (2008), who obtained a total return of 9.1 kg m⁻² and 8.8 kg m⁻² a tomato grown in mixtures with 37.5% perlite with compost and vermicompost, respectively.

Additionally, Cruz *et al.* (2012) reported that vermicompost alone is difficult for suitable conditions for good growth and development of plants are given, so it is necessary to mix with other materials; also Subler *et al.* (1998) and Riggle (1998) pointed out that, in order to grow tomatoes in substrates with ratios between 10 and 20% compost. However, it should be noted that when using more than 20% compost in the substrate is induced decrease in performance (Atiyeh *et al.*, 2000a; Atiyeh *et al.*, 2000b), which can represent 10 to 30% in organic agriculture from conventional agriculture (Stacey, 2004).

al., 2000b), lo que puede llegar a representar entre 10 y 30% en agricultura orgánica contra la agricultura convencional (Stacey, 2004).

Conclusiones

Las soluciones nutritivas al 50 y 100% de concentración nutrimental ocasionaron efectos similares, pero superiores a los que se observaron en las plantas regadas solo con agua (testigo), de tal manera que la solución nutritiva al 50% se puede utilizar para obtener mayor producción de frutos y productividad, así como para contaminar menos el medio ambiente. Solo se encontró interacción de soluciones nutritivas y sustratos al usar la mezcla 25:75 en producción de frutos medianos y rendimiento total.

Literatura citada

- Atiyeh, R. M.; Arancon, N. Q.; Edwards, C. A. and Metzger, J. D. 2000a. Influence of earthworm processed pig manure on the growth and yield of greenhouse tomatoes. *Bio. Technol.* 75:175-180.
- Atiyeh, R. M.; Subler, S.; Edwards, C. A. and Metzger, J. D. 2000b. Effects of vermicomposts and composts on plant growth in horticultural container media and soil. *Pedobiología* 44:579-590.
- Castro, B. R.; Galvis, S. A.; Sánchez, J. P.; Peña, L. A.; Sandoval, V. M. y Alcántar, G. G. 2004. Demanda de nitrógeno en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot). *Rev. Chapingo Ser. Hort.* 10:147-152.
- Chwdhury, R. 2004. Effects of chemical fertilizers on the surrounding environment and the alternative to the chemical fertilizers. *Envis Newsletter*. 7(3):4-5.
- Cruz, C. E.; Sandoval, V. M.; Volke, H. V.; Can, Ch. A. y Sánchez, E. J. 2012. Efecto de mezclas de sustratos y concentración de la solución nutritiva en el crecimiento y rendimiento de tomate. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 3(7):1361-1373.
- De La Cruz, L. E.; Estrada, B. M. A.; Robledo, T. V.; Osorio, O. R.; Márquez, H. C. y Sánchez, H. R. 2009. Producción de tomate en invernadero con composta y vermicomposta como sustrato. *Universidad y Ciencia*. 25:59-67.
- Durdane, Y.; Naif, G.; Yusuf, Y.; Mine, A. and Perihan, C. 2011. Effect of different organic fertilizers on yield and fruit quality of indeterminate tomato (*Lycopersicon esculentum*). *Scientific Research and Essays* 6(17):3623-3628. Available online at <http://www.academicjournals.org/SRE>. (consultado mayo, 2013).
- Ersin, P. Halil, D. and Fedai, E. 2010. Yield and quality criteria in organically and conventionally grown tomatoes in Turkey. *Sci. Agric.* 67(4):424-429.

Conclusions

Nutritious 50 and 100% solutions of nutrient concentration caused a similar effect, but higher than those observed in plants irrigated with water only (control), such that the nutrient solution 50% may be used to obtain increased production fruits and productivity as well as to pollute the environment less. Only interaction of nutrients and substrates to use the 25:75 mixtures of medium fruit production and total yield solutions found.

End of the English version



- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 2010. Faostat. Área cosechada, producción y rendimiento de tomate. <http://faostat.Fao.org/sites/567/desk-topDefault.aspx?pageID#ANCOR>. (consultado enero, 2010).
- Godoy, H. E.; Castellanos, R. J. Z.; Alcántar, G. G.; Sandoval, V. M. y Muñoz, R. J. J. 2009. Efecto del injerto y nutrición de tomate sobre rendimiento, materia seca y extracción de nutrimentos. *Terra Latinoamericana*. 27(1):1-9.
- Manjarrez, M. M. J.; Ferrera, C. R. y González, Ch. M. C. 1999. Efecto de la vermicomposta y la micorriza arbuscular en el desarrollo y la tasa fotosintética de chile serrano. *Terra Latinoamericana*. 17:9-15.
- Márquez, H. C. y Cano, P. 2005. Producción orgánica de tomate cherry en invernadero. *Actas Portuguesas de Horticultura*. 5(1):219-224.
- Márquez, H. C.; Cano, R. P. y Rodríguez, D. N. 2008. Uso de sustratos orgánicos para la producción de tomate en invernadero. *Agric. Téc. Méx.* 34(1):69-74.
- Moreno, R. A.; Gómez, F. L.; Cano, R. P.; Martínez, C. V.; Reyes, C. J. L.; Puente, M. J. L. y Rodríguez, D. N. 2008. Genotipos de tomate en mezclas de vermicompost:arena en invernadero. *Terra Latinoamericana*. 26(2):103-109.
- Moreno, R. A.; López, A. F. J.; Figueroa, M. U.; Rodríguez, D. N.; Vásquez, A. J.; Reyes, C. J. L.; Cano, R. P. and Reyes, V. M. H. 2012. Tomato production in sand: vermicompost mixtures compared with sand and nutritive solution. *Basic Res. J. Agric. Sci. Rev.* 1:19-26.
- Moreno, R. A.; Valdés, P. M. T. y Zárate, L. T. 2005. Desarrollo de tomate en sustratos de vermicompost/arena bajo condiciones de invernadero. *Agric. Téc.* 65(1):26-34.
- Ndegwa, P. M. and Thompson, S. A. 2000. Effects of stocking density and feeding rate on vermicomposting of biosolids. *Bio. Technol.* 71:5-12.
- NMX-FF-031-1997. Productos alimenticios no industrializados para consumo humano. Hortalizas frescas. Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). Especificaciones. *Nomas mexicanas*. Dirección general de Normas. 15 p. <http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas>. (consultado noviembre, 2012).
- Peña-Cabriales, J. J.; Grajeda-Cabrera, O. A. y Vera-Nuñez, J. A. 2001. Manejo de los fertilizantes nitrogenados en México: uso de las técnicas isotópicas (¹⁵N). *Terra Latinoamericana* 20:51-56.

- Preciado, R. P.; Fortis, H. M.; García, H. J. L.; Rueda, P. E.; Esparza, R. J. R.; Lara, H. A.; Segura, C. M. A. y Orozco, V. J. 2011. Evaluación de soluciones nutritivas orgánicas en la producción de tomate en invernadero. *Interciencia*. 36(9):689-693.
- Riggle, D. 1998. Vermicomposting research and education. *Biocycle*. 39:54-56.
- Rinaldi, M.; Convertini, G.; and Elia, A. 2007. Organic and mineral nitrogen fertilization for processing tomato in Southern Italy. *Acta Horticulturae* 758:241-248.
- Rodríguez, D. N.; Cano, R. P.; Favela, Ch. E.; Palomino, G. A. y De Paúl, A. V. 2007. Vermicomposta como alternativa orgánica en la producción de tomate en invernadero. *Revista Chapingo. Serie Horticultura* 13(2):185-192.
- Rodríguez, D. N.; Cano, R. P.; Figueroa, V. U.; Favela, Ch. E.; Moreno, R. A.; Márquez, H. C.; Ochoa, M. E. y Preciado, R. P. 2009. Uso de abonos orgánicos en la producción de tomate en invernadero. *Terra Latinoamericana* 27(4):319-327.
- Rodríguez, D. N.; Cano, R. P.; Figueroa, V. U.; Palomo, G. A.; Favela, Ch. E.; Álvarez, R. V.; Márquez, H. C. y Moreno, R. A. 2008. Producción de tomate en invernadero con humus de lombriz como sustrato. *Rev. Fitotec. Mex.* 31(3):265-272.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2010. Monografía de cultivos: tomate. www.sagarpa.gob.mx (consultado octubre, 2012).
- Stacey, S. P. 2004. Is organic farming Sustainable? www.sustainable-farming.info/organic.pdf. (consultado julio, 2013).
- Steiner, A. A. 1984. The universal nutrient solution. Proc. 6th. Int. cong. on Soilless Culture. ISOSC, Lunteren, Holanda. 633-649 pp.
- Subler, S.; Edwards, C. A. and Metzger, J. D. 1998. Comparing vermicomposts and composts. *Biocycle* 39:63-66.
- Trápaga, Y. y Torres, F. 1994. El mercado internacional de la agricultura orgánica. UNAM./Juan Pablos, México. 221 pp.
- Urrestarazu, M.; Salas, M. C.; Padilla, M. I.; Moreno, J. E. and Carrasco, G. A. 2001. Evaluation of different composts from horticultural crop residues and their uses in greenhouse soil-less cropping. *Acta Hort.* 549:147-152.
- Villarreal, R. M.; Hernández, V. S.; Sánchez, P. P.; García, E. R.; Osuna, E. T.; Parra, T. S. y Armenta, B. A. D. 2006. Efecto de la cobertura del suelo con leguminosas en rendimiento y calidad del tomate. *Terra Latinoamericana*. 24(4):549-556.