

# Evaluación de tomate cultivado en invernadero con fertilización orgánica y convencional

## Evaluation of tomato growing with organic and conventional fertilization in greenhouse conditions

Norma **Rodríguez-Dimas**<sup>1</sup>, Esteban **Favela-Chávez**<sup>1</sup>, Pedro **Cano-Rios**<sup>1,2</sup>, Arturo **Palomo-Gil**<sup>1</sup>,  
Vicente de **Paul-Alvares**<sup>1</sup> y Eduardo **Lara-de la Cruz**<sup>1</sup>

E-mail: norma\_rodriguez@hotmail.com

<sup>1</sup> Postrado. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna. Periférico y Carretera a Santa Fe s/n. Torreón, Coah, México. CP 27059. <sup>2</sup> CELALA-CIRNOC-INIFAP. Km. 17.5 Carr. Torreón-Matamoros, Coah., México.

### Abstract

The objective of this study was to compare the effect of different conventional and organic treatments in the yield of tomato; cv. Red chief with organic management in greenhouse conditions. With such a purpose in the Comarca Lagunera in Torreón, Coah., Mexico in the 2004-2005 cycle, three treatments were evaluated: T1= mixes sand 50 % and compost 50 % and chalets were added, this treatment was applied in fractionated form ( 50 % + 25 % + 25 % of volume bag (gavel) during the vegetative growth. T2 = mixes sand 50% compost 50 % without fertilizer and T3= sand 100 % with inorganic fertilizers (control). Distributed at a completely random design, planting was on October 2 and transplanting was on November 20, 2004. The evaluated variables were: precocity to flowering at harvest, plant height, yield and quality, number of leaves. Highly significant differences were detected among treatments in quality and yield. Treatments T3 and T1 showed the highest yields, in quality T1 equals the control in flowering, plant height, number of locules and pulp thickness. The content of soluble solids was higher in the sand-compost at 50 % with chalets than in control T3.

**Key words:** *Lycopersicon esculentum* Mill. vermicompost, greenhouse cultivation, organic production.

### Resumen

El objetivo de este estudio fue comparar el efecto a diferentes tratamientos orgánicos y convencionales en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cv: Red Chief, con el manejo orgánico en invernadero en la Comarca Lagunera de Torreón, Coah. México, en el ciclo 2004-2005. Se evaluaron tres tratamientos: T1= mezclas de 50 % de arena y 50 % de composta, en forma fraccionada (50 % de la mezcla al inicio + 25 %, a los 79 días después de la siembra, y el 25 % restante a los 134 días después de la siembra + quelatos); T2 = mezclas de arena y de vermicomposta (50 %:50 %), añadida al 100 %, al trasplante sin fertilizante, y T3 = 100 % de arena + fertilizantes inorgánicos (testigo). Los tratamientos se distribuyeron en un diseño completamente al azar; se sembraron el 2 de octubre y

se trasplantaron el 20 de noviembre del 2004. Las variables que se evaluaron fueron: precocidad días a floración, inicio de cosecha, número de nudos, altura de planta, rendimiento y calidad. Se detectaron diferencias altamente significativas en calidad y rendimiento, entre tratamientos. En el T3 y T1 se obtuvieron los mayores rendimientos; en calidad, el T1 igualó al testigo en inicio de floración y altura de planta; respecto a la calidad, en diámetro polar, número de loculos y espesor de pulpa. El contenido de sólidos solubles fue mayor en la mezcla de arena-composta al 50 %, que en el testigo T3.

**Palabras clave:** *Lycopersicon esculentum* Mill., vermicomposta, producción orgánica, cultivo protegido

## Introducción

Debido a su alto consumo y capacidad de producción, el cultivo de tomate es el más explotado en condiciones de invernadero. En la Comarca Lagunera se continúan utilizando productos químicos en las actividades de fertilización, manejo de plagas y enfermedades en los cultivos. De no realizarse un control efectivo de plagas y patógenos, éstos puede llevar al exterminio total del cultivo (Dodson *et al.*, 2002); si se incrementa la aplicación de productos agroquímicos en forma preventiva y se continúan aplicando, sin tomar en cuenta los umbrales de acción, se puede causar problemas en el fruto por residuos de pesticidas, lo que originaría un rechazo del producto en los mercados internacionales. El uso desmedido de los agroquímicos constituye un factor importante de contaminación para el medio ambiente y para el fruto, con el consecuente daño a la salud del consumidor (Won *et al.*, 2004). Howarth (2004) menciona los problemas asociados con el mal uso de los fertilizantes, que favorecen la contaminación de aguas subterráneas y suelo. Una alternativa es la agricultura orgánica, la cual consiste en aplicar compuestos de origen orgánico junto con tecnología agronómica de punta. Se puede utilizar un sustrato de vermicompostas generado a partir de estiércol de ganado bovino, que es muy abundante en la región (Luevanos y Velásquez, 2001).

Reis *et al.* (2001) recomiendan el uso de residuos orgánicos en composta, en mezcla con turba en la proporción de 25, 50 y 75 % de composta como sustrato para la producción de tomate. Ellos obtuvieron buen desarrollo de semillas de tomate con la incorporación de composta en una mezcla de 100 % de corteza de pino y 50 % de orujos de parra (vid). Abou-Hadid *et al.* (2001), al realizar la aplicación de gallinaza y residuos de plantas compostados, en la producción de pepino en invernadero, encontraron que en la etapa final las concentraciones de N, P y K fueron mayores con la aplicación de composta. Lo anterior demuestra que es factible obtener rendimientos de alrededor de 200 t ha<sup>-1</sup>, en condiciones de invernadero, con aplicaciones de vermicomposta.

El presente estudio se realizó con el objetivo de: evaluar qué genotipos se desarrollan con buenos rendimientos y aceptable calidad de fruto en condiciones de invernadero y manejo orgánico; medir los efectos de las mezclas de vermicomposta en la producción de tomate; disponer de un sustrato con nivel óptimo de vermicomposta y material inerte, que permita incrementar el rendimiento con respecto al convencional, al menos 200 t ha<sup>-1</sup>.



## Metodología Experimental

El experimento se realizó en el ciclo 2004-2005 (octubre a junio), en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna, en Torreón, Coah. México. Se utilizó un invernadero de 200 m<sup>2</sup>, conformado por una estructura metálica, cubierta de plástico y piso de grava, con un sistema de enfriamiento mediante pared húmeda con dos extractores programados automáticamente y sin un sistema de calefacción.

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar, donde los tratamientos de estudio fueron: T1= arena + de vermicomposta (50 %:50 % en volumen) añadida en forma gradual (50 + 25 + 25 % de volumen de la maceta al trasplante, al que se le agregó 25 % del volumen a los 79 días después de la siembra (DDS) y el 25 % restante a los 134 DDS + quelatos); T2 = arena y vermicomposta (50 %:50 %) añadida al 100 % al trasplante, sin fertilizante, y T3 =arena (100 %) + fertilizante inorgánico (convencional). Se sembró cv. Red Chief., cuya parcela experimental fue de 40 plantas. Las plantas se acomodaron en doble hilera con una separación de 160 cm entre hileras y arreglo tresbolillo, con un espaciamiento de 30 cm entre plantas, de lo que resultó una densidad de 4.2 plantas m<sup>2</sup>.

La siembra se realizó el 2 de octubre del 2004 en charolas germinadoras de 200 cavidades, y el transplante se llevó a cabo el 20 de noviembre del mismo año, en macetas de 18 litros. La arena fue previamente lavada con una mezcla de agua y cloro al 5 %. La solución nutritiva para el testigo fue la recomendada por Zaidan y Avidan (1997) y se muestra en el Cuadro 1. El agua de riego utilizada fue de calidad media, clasificada como C2S2: con una C.E. de 1.05 mS cm<sup>-1</sup>, pH = 8.75; cationes. Ca, Mg, K, Na: 4.77, 0.80, 1.45, 3.63 meq. L<sup>-1</sup> y aniones: CO<sub>3</sub>H<sup>-</sup>; Cl<sup>-</sup> y SO<sub>4</sub><sup>-</sup>: 0.55, 2.3 y 4.11 meq.L<sup>-1</sup>, respectivamente. RAS 2.18, las variables evaluadas fueron: precocidad, días a floración, inicio de cosecha, número de nudos, altura de planta, rendimiento y calidad. Se hizo la comparación de medias DMS al 5 %, para lo cual se utilizó el paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS) versión 6.12 (SAS, 1998).

**Cuadro 1.** Concentración de nutrientes en el agua de riego (gotero) (ppm). (Zaidan y Avidan, 1997).

Estado de la planta	N	P	K	Ca	Mg
Plantación y establecimiento	100 – 120	40 – 50	150 – 160	100 – 120	40 – 50
Floración y cuajado	150 – 180	40 – 50	200 – 220	100 – 120	40 – 50
Inicio de maduración y cosecha	80 – 200	40 – 50	230 – 250	100 – 120	40 – 50
Época calurosa (verano)	130 - 150	35 - 40	200 - 220	100 - 120	40 - 50

## Resultados y Discusión

Para las variables floración e inicio de cosecha, no se presentó diferencia significativa, pues se encontró una media de 160 días después de la siembra (Cuadro 2). Estos resultados no concuerdan con los citados por Demirer *et al.* (2000) quienes evaluaron tomate en sustratos de perlita en invernadero, reportan para inicio de cosecha 112 días después del trasplante, mientras que en el presente trabajo se obtuvo a los 104 y 108 DDT después del trasplante.

En altura de planta no se encontró diferencia significativa entre tratamientos (Cuadro 2). En número de nudos se encontró diferencia significativa entre tratamientos, una media de 36 y un coeficiente de variación de 15 nudos; hubo dos grupos con significancia: el T3 con arena, que alcanzó el mayor número, con 40, y el de menor número fue el tratamiento arena 50 % + 50 % de vermicomposta, con 33 nudos.

**Cuadro 2.** Inicio de floración y de cosecha, rendimiento por planta en gramos, número de hojas y altura de planta en el cultivo de tomate, en sustratos bajo invernadero, en la Comarca Lagunera

Tratamiento	Inicio floración DDS	Número de nudo	Altura cm	Inicio cosecha DDS	Rendimiento total Kg
T3	83.2 a	40 a	252.3 b	161	6.05 a
T1	81.6 a	35 ab	237.7 b	159	5.12 b
T2	66.3 b	33 b	296.2 a	160	2.78 c
Media DMS	75.7	36	262	160 <sup>NS</sup>	4.65
CV %	14.1	14.6	15.4	5.7	30.4

Suma de cuadrados

		Inicio Flor	Altura	Nudo	Inicio Cosecha	Rendimiento total
FV	GL	CM	CM	CM	CM	CM
TRAT	2	350.06 NS	2194.57 <sup>NS</sup>	250.2 <sup>NS</sup>	35.58 <sup>NS</sup>	206083.93 <sup>**</sup>
REP	18	2654.64 NS	1853.27 <sup>NS</sup>	190.13 <sup>NS</sup>	56.25 <sup>NS</sup>	5708.95 <sup>NS</sup>
ERROR	93	120.02	1828.11	27.58	81.4	5341.55
CV		14.53	15.35	14.66	5.67	30.4

\*Genotipos con la misma letra son estadísticamente iguales, DMS al 5 %.



## Rendimiento total por planta

Se encontró diferencia altamente significativa entre tratamientos al  $P < 0.01$ , que presentó una media de 4.65 Kg por planta y un coeficiente de variación de 30.4; en la comparación de medias, se encontró que el T3 convencional arena + fertilizante inorgánico presentó el mayor rendimiento, con 6.05 Kg por planta; para el tratamiento Arena 50 % + 50 % de vermicomposta se obtuvo el menor rendimiento, con 2.78 Kg por planta (Cuadro 2). Estos resultados superan a los citados por Demirer *et al.* (2000) quienes al evaluar tomate en sustratos de perlita en invernadero, reportan 23.8 kg por  $m^2$ . Se puede observar que el testigo T3 superó en 23 % al rendimiento obtenido en el T1; así mismo, de los tres grupos de significancia, el T1 queda en el segundo lugar, lo que permite utilizarlo con cualquiera de los híbridos. Castellanos (2003) menciona que el consumo de elementos nutritivos de los cultivos desarrollados en invernaderos es muy elevado; sin embargo, los resultados obtenidos permiten destacar que los nutrimentos contenidos en las vermicompostas, los del agua, más los quelatos, son suficientes para obtener buenos rendimientos.

Los resultados del presente experimento superaron a los obtenidos por Márquez y Cano (2004), quienes reportaron un rendimiento para el testigo de 114.5  $ton\ ha^{-1}$ , y para el sustrato 50 % vermicomposta, de 71.8  $ton\ ha^{-1}$ . Fricke (2004), en sustratos en la producción de tomate en invernadero, reportó un rendimiento de 14.9  $kg\ m^{-2}$ , mientras que en el presente estudio se obtuvo un rendimiento de 29.5  $kg\ m^{-2}$ , superando los resultados de este autor. Para una producción exitosa en invernadero se deben producir 100  $ton\ acre^{-1}$  por año, es decir 200  $ton\ ha^{-1}$  por año (Cotter y Gómez, 1981). En el presente trabajo, el rendimiento que se obtuvo fue de 295  $ton\ ha^{-1}$  en ocho meses. Los resultados obtenidos con las mezclas de 50 %:50 % vermicomposta/arena del volumen, concuerdan con lo establecido por Atiyeh *et al.* (2000), quienes destacaron que la vermicomposta favorece el desarrollo de los cultivos en invernaderos.

## Calidad de fruto

El peso del fruto fluctuó entre 184 y 162 g; el tratamiento T3 presentó el mayor peso, mientras que el T2 menor. El tratamiento T3 testigo presentó el mayor diámetro ecuatorial con 7.3 cm, mientras que el menor lo tuvo el tratamiento T2. En sólidos solubles, la media general fue de 5.1 grados brix. Los tratamientos orgánicos T1 y T2 mostraron mayor contenido de sólidos solubles. De acuerdo con Díez (1999) y Chamarro (1999), en este ciclo todos los tratamientos presentaron buena calidad, ya que según estos autores, los tomates para procesado y consumo en fresco deben contar con un contenido de sólidos solubles que oscile entre 4.5 y 5.5° Brix. No se presentaron diferencias significativas en diámetro polar, espesor de la pulpa y número de loculos (Cuadro 3).

**Cuadro 3.** Calidad de fruto de tres genotipos de tomate en tres tratamientos de sustratos con manejo orgánico bajo condiciones de invernadero en otoño-invierno en la Comarca Lagunera, en Torreón Coah., México, .2005

Tratamiento		Peso Fruto	Diam. Polar	Diam. Ecu.	Grad.	E. pulpa	No.
		g	cm	cm	Brix	Cm	Loculos
T3		184.2 a **	5 NS	7.33 a*	4.8 b **	072 NS	5 NS
T1		163.7 b	4	7.1 b	5.33 a	0.75	5
T2		161.7 b	5	7.0 b	5.26 a	0.73	5
<b>Media</b>		171.2	4.6	7.2	5.1	0.73	5
Cuadrados medios							
		Peso	D P	D E	G B	E P	N L
FV	GL	CM	CM	CM	CM	CM	CM
TRAT	2	5351.4**	1.045 NS	0.758 *	2925 **	0.016 NS	0.342 NS
REP	18	1114.1	0.994 NS	0.175 NS	0.149 NS	0.255 *	0.675 *
ERROR	93	891.3	1,374	0.233	0.211	0.006	0.351
CV		17.3	19.4	6.72	8,983	10,932	11,778

\*Genotipos con la misma letra son estadísticamente iguales, DMS al 5 %.

## Conclusiones

En tamaño y peso promedio de fruto, el testigo mostró los mayores valores. El contenido de sólidos solubles fue mayor en los tratamientos orgánicos T1 y T2, que en el sistema de convencional. En la variable altura, al inicio el crecimiento vegetativo, las compostas desarrollaron mejor y más rápido que el testigo; sin embargo, al final, el tratamiento convencional las superó. El T1 igualó al testigo en inicio de floración y altura de planta, y en calidad, en diámetro polar, número de loculos y espesor de pulpa, por lo que este tratamiento puede considerarse viable para usarlo en invernadero.

## Literatura Citada

- Abou-Hadid A.F., O. Mohamed A., A. Abdel-Fattah I., E. Mohamed S. 2001. Effect of composted greenhouse wastes on macro-nutrients concentration and productivity of cucumber. *In: International symposium on composting of organic matter.* C. Balis, K. Lasaridi, R. A. K. Halkidiki, (Eds.) Masedonia, Grece.
- Atiyeh, R.M., N. Arancon, C.A. Edwards, and J.D. Metzger. 2000. Influence of earthworm-processed pig manure on the growth and yield of greenhouse tomatoes. *Bioresour. Technol.* 75: 175-180.
- Castellanos J.Z. 2003. Manejo de la fertirrigación en suelo. pp.109-129. *In: Manual de producción hortícola en invernadero.* Muñoz J.J.-Ramos y J.Z. Castellanos (Eds). INACAPA. México.
- Chamarro, L. J. 1999. Anatomía y fisiología de la planta, pp. 43-87. *In: El Cultivo del tomate.* F. Nuez (Ed.) Editorial Mundi-Prensa, México.



- Cotter, D.J., and Gómez, R.E. 1981. Cooperative extension service. 400 H11. New Mexico, U.S.A. 4
- Demirer, T., Sener and Kaleli . 2000. The effects of drip and surface irrigation methods on the yield and quality of tomatoes in different sized perlite culture. Bildiri Özetleri. ISD Ana Sayfası Türk Toprak İlimi Derneği
- Díez J, M. 1999. Tipos varietales. pp. 95-129. *In*: El Cultivo del tomate. F. Nuez (Ed.). Editorial Mundi-Prensa, México. 250 p.
- Dodson M., Bachmann J. & Williams P. 2002. Organic greenhouse tomato production. ATTRA. USDA
- Fricke A. 2004. Influence of different surplus irrigation and substrate on production of greenhouse tomatoes. Institute of Vegetable Crops, University of Hanover, D-30419 Hannover, Germany. <http://www.icia.es/eventos/wq96/boa/session3.html#>
- Howarth R. W. 2004. Human acceleration of the nitrogen cycle: drivers, consequences, and steps toward solutions. *Water Science and Technology* Vol 49 N° 5-6 pp7 IWA publishing 2004.
- Luévano G. A. y N. E. Velásquez G. 2001. Ejemplo singular en los agronegocios. Estiércol vacuno: de problema ambiental a excelente recurso. Año Vol.:9 (2) 306-318.
- Márquez, H., C. Y Cano R., P. 2004. Producción de tomate orgánico en invernadero, 2do. Simposio internacional de producción de cultivos en invernadero. 20 y 21 de mayo 2004, Fundación UANL Facultad de Agronomía de UANL.
- Reis M., F.X. Martinez, M. Soliva, A.A. Monteiro, 2001, Composted organic residues as a substrate component for tomato transplant production. International Symposium on Composting of Organic Matter. Editors C. Balis, K. Lazaridi, R.A.K. Szmidt, E. Stenifort, J. Lopez-Real. 1 March 2001, N° artículo 17. vol 1. Halkidiki, Macedonia, Greece.
- SAS. 1998. el paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS) versión 6.12. Edition Cary N United States of America.
- Won Jin Lee; Jane A. Hoppin; Aaron Blair; Jay H. Lubin; Mustafa Dosemeci; Dal. 2004. Cancer Incidence among Pesticide Applicators Exposed to Alachlor in the Agricultural health study. *American journal epidemiology*. Feb 15, 2004; 159, 4; ProQuest Medical Library. Pg. 373.
- Zaidan, y Avidan. 1997. CINDACO. Curso internacional de hortalizas. Shefayim, Israel.