

**Caracterización agronómica y productividad del cultivo de jitomate en áreas protegidas del subtrópico húmedo del norte de Veracruz**

Agronomic characterization and productivity of tomato cultivation in protected areas of the humid subtropics of northern Veracruz

**Merced Saucedo-González<sup>1✉</sup>**, Santos Florentino-del Ángel<sup>2</sup>, Claudio Vite-Cristóbal<sup>1</sup>, Quirino Hernández-Santiago<sup>1</sup> y Karla Lissette Silva-Martínez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>División de Ingeniería en Agronomía, Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca, Camino Lindero Tametate S/N Col. La Morita Tel. y Fax 017898931552, Tantoyuca, Veracruz, C.P. 92100. E-mail: saucedo2008@live.com.mx ✉Autor para correspondencia

<sup>2</sup>Depto. de Sistemas de Producción e Investigación, Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario No. 136, Carretera Alazán-Canoas Km. 49, San Sebastián, Tantoyuca, Veracruz, C.P. 92106

**Recibido: 11/01/2014**

**Aceptado: 14/07/2014**

**RESUMEN**

Al utilizar cubiertas plásticas en el cultivo de jitomate aumenta considerablemente el rendimiento y se obtienen frutos de calidad, libres de plagas y enfermedades. El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario 136, San Sebastián, Tantoyuca Veracruz, con el objetivo de evaluar las características agronómicas y la productividad del cultivo de jitomate en áreas protegidas. El experimento consistió en evaluar la variable fenológica de días a floración después de trasplante, incidencia de enfermedades, calidad de fruto y rendimiento, utilizando un diseño factorial completamente al azar 2<sup>2</sup>. Factor A: técnica de cultivo (con acolchado y sin acolchado) y Factor B: Densidad de siembra (hilera sencilla e hilera doble). En las variables de días a floración después del trasplante e incidencia de enfermedades no existió diferencia significativa, en cuanto a la calidad del fruto en diámetro ecuatorial fue mejor en la interacción siembra a hilera doble-sin acolchado; el diámetro ecuatorial no fue afectado por la técnica de cultivo y densidad de siembra, sin embargo en peso del fruto resulto el mejor promedio de 102 g los frutos sin acolchado. En el rendimiento la interacción sin acolchado-doble hilera en promedio existió 10.55 a 12.35 kg, siendo este el mejor resultado por lo que se recomienda utilizar la técnica de cultivo sin acolchado y la densidad de siembra a doble hilera para obtener altos rendimientos en la producción de jitomate en invernadero en el subtrópico húmedo del Norte de Veracruz.

**Palabras clave:** Inflorescencia en jitomate, Incidencia de enfermedades, Calidad de fruto, Rendimiento de *Lycopersicum esculentum*, Acolchado, Densidad de siembra.

## ABSTRACT

When using plastic covers on the cultivation of tomatoes increases the yield and fruit quality are obtained, free of pests and diseases. The present research was conducted at the Center for Agricultural Technology Bachelor 136, San Sebastián, Tantoyuca, Veracruz, in order to evaluate the agronomic and crop productivity in protected areas tomato. The experiment consisted of evaluating the variable flowering phenology days after transplantation, disease incidence, fruit quality and performance, using a completely randomized factorial design  $2^2$ . Factor A: culture technique (with padding and without padding) and factor B: planting density (single row and double row). In the variables of days to flowering after transplantation and disease incidence was no significant difference, concerning the quality of the fruit in equatorial diameter was better interaction double-row planting unpadding; the equatorial diameter was not affected by the culture technique and density, however fruit weight resulted in the best average of 102 g of fruit without padding. In performance-interaction unpadding double row on average 10.55 to 12.35 kg existed, resultad being the best so we recommend using the culture technique without density padding and double row planting for high yield in greenhouse tomato production in the humid subtropics of Northern Veracruz.

**Key words:** Inflorescence in tomato, disease incidence, fruit quality, yield of *Lycopersicum esculentum*, padded, planting density.

## INTRODUCCIÓN

Las ventajas de la agricultura protegida son significativas en comparación con la explotación a cielo abierto, ya que los rendimientos pueden incrementarse de manera gradual, con una mayor seguridad en la inversión realizada. En una agricultura tradicional un productor de tomate llega a producir en promedio  $75 \text{ t ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$  con una gran cantidad de agua utilizada y desperdiciada por evaporización e infiltración. En invernadero es posible producir más de  $200 \text{ t ha}^{-1}$  aprovechando al máximo el agua, esto, siempre y cuando los productores utilicen tecnología sofisticada y tengan los conocimientos necesarios (Garza y Molina, 2008). En el estado de Veracruz existen 19 ha construidas de invernaderos y 2 ha por construir, siendo el antepenúltimo estado de importancia nacional, ya que en el estado de Yucatán solo

existen 10 ha construidas y ninguna por construir (Garza y Molina, 2008). Con base a la problemática planteada con anterioridad, es que con el presente estudio se evaluaron las variables fisiológicas, rendimiento y calidad de producción del cultivo de jitomate en condiciones protegidas en la zona norte del estado de Veracruz, con la finalidad de aportar datos con fundamentos técnicos que sean de utilidad a productores y profesionistas de esta región, así como dar a conocer la importancia de adoptar la tecnología que existe en la actualidad en la producción de hortalizas haciendo hincapié en el cultivo de jitomate.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo de agosto 2012 a febrero 2013, en el CBTA. 136, ubicado en la Carretera Tuxpan-Tampico km

85, CP. 92106 San Sebastián, Tantoyuca Veracruz (Nuestro-México, 2013). El experimento se estableció en invernadero tipo sierra. Se utilizó la variedad reserva F1 tipo Saladette de crecimiento indeterminado. La preparación del terreno consistió en el desmalezado y la descompactación del suelo con azadón. Se formaron catorce melgas con dos medidas diferentes (80 x 400 x 30 cm utilizadas para la siembra a doble hilera y 60 x 400 x 30 cm para la siembra a hilera sencilla) y separadas entre ellas por fue de 40 cm. La siembra fue realizada el 13 de septiembre de 2012 en 14 contenedores de unicel de 200 cavidades, utilizando el peat moss como sustrato. El fertirriego fue aplicado diariamente por goteo con la fórmula 15-9-26. Previo al trasplante fueron tratadas las plantas por inmersión de las charolas en una mezcla de confidor (0.5 mL L<sup>-1</sup>; Imidacloprid) y captan 50 (5 g L<sup>-1</sup>; captan). El trasplante se realizó el 05 de octubre de 2012, 22 días después de la germinación, cuando la planta contaba con 4-5 hojas verdaderas y con una altura de 18-25 cm. La distancia de siembra entre planta fue de 40 cm tanto para hilera sencilla y doble, con método de tres bolillo para el caso de ésta última, a 8-10 cm de distancia de la cinta de riego. Fue realizado un tutoreo a los 15 días después del trasplante. La polinización consintió en hacer vibrar la flor de la planta en un horario de 11:30 a 13:00 h, cuando existió una temperatura promedio de 30 °C y una humedad relativa promedio de 50%. Los brotes laterales o chupones fueron eliminados de un tamaño de 3-5 cm cada cinco días durante todo el ciclo del cultivo. Las enfermedades fueron prevenidas con aplicaciones de Manzate (5 g L<sup>-1</sup> de agua; Mancozeb) y curamicin (5 g L<sup>-1</sup> agua; Oxitetraciclina) por las mañana al término del deschuponado. La podas de hojas consistió en la eliminación de hojas maduras o viejas que fotosintéticamente ya no eran activas. La cosecha fue realizada cada cuatro días a partir de los 80 días después del trasplante. La incidencia de enfermedades fue monitoreada de manera visual

realizando anotaciones de los síntomas o signos de las enfermedades presentadas. La floración se determinó en días cuando el 50% del total de plantas presentaron inflorescencias después del trasplante. El diámetro ecuatorial correspondió al ancho del fruto medido en cm. El diámetro longitudinal se midió en cm por la longitud del fruto. El peso del fruto por planta se determinó en g. Los frutos por racimo fue el número de frutos promedio de cada racimo. El rendimiento por planta se registró en kg y se obtuvo de 5 plantas al azar donde la siembra fue a hilera sencilla y 10 plantas para hilera doble hasta lograr cinco racimos. El rendimiento por metro cuadrado se registró en kg a partir del rendimiento por planta. El diseño experimental empleado fue factorial 2<sup>2</sup> en completamente al azar. El Factor A correspondió a la técnica de cultivo (con acolchado y sin acolchado) y el Factor B fue la densidad de siembra (Hilera sencilla e Hilera Doble) con tres réplicas. Las variables evaluadas fueron analizadas con el paquete estadístico MINITAB 15, utilizando el procedimiento GLM y la comparación de medias con Tukey (P 0.05).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La técnica de cultivo (P=0.219) ni la densidad de siembra (P=0.177) afectaron las variables de incidencia de enfermedades, así como tampoco la interacción mostró efecto significativo (P=0.860) sobre las mismas. Sin embargo, numéricamente la enfermedad con mayor incidencia fue el Moho gris (*Botrytis cinerea* Pers.), con respecto a la Macha bacteriana (*Xanthomonas vesicatoria*) y Dampig off (*Pythium spp.*, *Rhizoctonia solani*, *Phytophthora sp.* y *Fusarium sp.*; Cuadro 1). Dicha enfermedad causó daños en la floración y la producción, siendo que su desarrollo se debió a que existieron humedad relativa y temperatura óptimas para su desarrollo. La humedad relativa fue determinante para el desarrollo de la enfermedad. El ciclo completo de *Botrytis cinerea*

solamente se logra cuando se tiene un periodo de 12 horas continuas y una humedad relativa >85% (SYNGETA, 2011). Los daños pueden ser totales,

considerada como una de las enfermedades de mayor importancia en invernadero (CESAVEG, 2012).

**Cuadro 1.** Medias ( $\pm$ SD) de incidencia de enfermedades en el cultivo de jitomate saladette en invernadero.

Incidencia de enfermedades				
Factor	Total	Damping off	Mancha bacteriana	Moho gris
Técnica de cultivo				
Con acolchado	25.14 $\pm$ 09.37 <sup>a</sup>	0.571 $\pm$ 0.787 <sup>a</sup>	0.000 $\pm$ 0.000 <sup>a</sup>	37.29 $\pm$ 12.31 <sup>a</sup>
Sin acolchado	19.29 $\pm$ 10.38 <sup>a</sup>	0.857 $\pm$ 0.690 <sup>a</sup>	0.143 $\pm$ 0.378 <sup>a</sup>	24.43 $\pm$ 15.53 <sup>a</sup>
Densidad				
Hilera Sencilla	25.57 $\pm$ 10.97 <sup>a</sup>	0.571 $\pm$ 0.789 <sup>a</sup>	0.000 $\pm$ 0.090 <sup>a</sup>	25.00 $\pm$ 11.27 <sup>a</sup>
Hilera Doble	18.86 $\pm$ 08.31 <sup>a</sup>	0.857 $\pm$ 0.690 <sup>a</sup>	0.143 $\pm$ 0.378 <sup>a</sup>	36.71 $\pm$ 16.80 <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Medias con la misma literal en columnas no son diferentes (P>0.05; Tukey).

La técnica de cultivo no influyó (P=0.486) sobre los días a la floración, así como tampoco influyó la densidad de siembra sobre ésta misma variable ni la interacción entre los factores principales (P=0.234; Cuadro 2). Aunque, los resultados obtenidos son superiores, a los que menciona Jaramillo *et al.*, (2006), quienes concluyeron que los días a floración después de trasplante son de 25 a 28 días. El diámetro ecuatorial si fue afectado (P=0.050) por la técnica de cultivo, pero no (P=0.584) por la densidad de siembra, aunque si hubo interacción (P=0.005) entre los efectos principales (Figura 1), obteniéndose una magnitud del 3.6% superior para el diámetro ecuatorial cuando el sistema fue sin acolchado-hilera doble con relación a sin acolchado-hilera sencilla (Fig. 1). Aunque, los resultados obtenidos del diámetro ecuatorial fueron menores a los de Hernández-Santiago (2005), quien obtuvo en promedio 5.53 cm cultivado en perlita y 6.07 cm en tezontle. El diámetro ecuatorial no fue afectado por la técnica de cultivo (P=0.120), la densidad de siembra (P=0.818) ni por la interacción (P=0.091). Sin embargo, los resultados del presente

estudio fueron superiores a los reportados por Requejo (2003), ya que el diámetro mayor que obtuvieron fue de 5.6 cm, cultivados en hidroponía y utilizando como sustrato perlita-turba. Similarmente, la técnica de cultivo (P=0.036), la densidad de siembra (P=0.271) ni la interacción (P=0.103) influyeron sobre el peso del fruto. Desafortunadamente, los promedios de peso encontrados fueron menores a los de Ucan *et al.* (2005), quienes obtuvieron en la densidad de siembra hilera sencilla un peso de fruto de 158.5 g, mientras que a hilera doble obtuvo 124.9 g. Así también, el número de frutos por racimo no fue afectado por la técnica de cultivo (P=0.016), la densidad de siembra (P=0.182) ni la interacción (P=0.056); en tanto que Vázquez-Rodríguez (2007) reportó una productividad menor de 4.8 a 7.1 frutos por racimo.

El rendimiento de fruto por planta no fue afectada por la técnica de cultivo (P=0.082) ni por la densidad de siembra (P=0.693). Sin embargo, existió interacción (P=0.032) entre estos dos factores principales (Figura 2), aunque los resultados del

presente estudio fueron menores a los presentados por Ortega (2010), obteniendo 4 kg por planta en condiciones protegidas.

El rendimiento de fruto por metro cuadrado no fue afectada por la técnica de cultivo ( $P=0.359$ ), pero si por la densidad de siembra ( $P=0.0001$ ), así como tampoco existió interacción ( $P=0.161$ ) entre los factores principales (Fig. 2). La siembra a hilera sencilla con 3 plantas  $m^{-2}$  tuvo un rendimiento 50% menor con respecto al promedio de siembra a hilera doble con 6 plantas  $m^{-2}$ . El rendimiento de 3 plantas  $m^{-2}$  es similar al de Ucan *et al.* (2005) que obtuvieron 12.5 kg manejando una densidad de 6 plantas  $m^{-2}$ ; pero con respecto a la segunda densidad que manejaron, el resultado fue de 19.98 kg  $m^{-2}$  con 12 plantas.

**Cuadro 2.** Medias ( $\pm$ SD) de la evaluación de las características agronómicas y productivas en el cultivo de jitomate saladette en invernadero.

<sup>ab</sup> Medias con las misma literal en columnas no son diferentes ( $P>0.05$ ; Tukey).

Factor	Variable fenológica	Calidad de fruto			Variables de rendimiento*		
	Floración	Diámetro Ecuatorial	Diámetro Longitudinal	Peso fruto	Frutos por racimo	RPP	RPMC
Técnica de cultivo							
Con acolchado	24.4 $\pm$ 1.81 <sup>a</sup>	5.2500 $\pm$ 0.1753 <sup>b</sup>	6.3830 $\pm$ 0.2230 <sup>b</sup>	96.7 $\pm$ 10.75 <sup>b</sup>	4.144 $\pm$ 0.6768 <sup>a</sup>	2.1055 $\pm$ 0.5246 <sup>a</sup>	9.983 $\pm$ 3.681 <sup>a</sup>
Sin acolchado	21.5 $\pm$ 3.15 <sup>a</sup>	5.4054 $\pm$ 0.3350 <sup>a</sup>	6.5352 $\pm$ 0.4173 <sup>a</sup>	102.1 $\pm$ 10.0 <sup>a</sup>	3.905 $\pm$ 0.7291 <sup>b</sup>	2.0086 $\pm$ 0.4159 <sup>a</sup>	10.557 $\pm$ 3.845 <sup>a</sup>
Densidad							
Hilera Sencilla	22.7 $\pm$ 3.40 <sup>a</sup>	5.297 $\pm$ 0.2425 <sup>a</sup>	6.4413 $\pm$ 0.2996 <sup>a</sup>	100.7 $\pm$ 8.32 <sup>a</sup>	3.92 $\pm$ 0.694 <sup>a</sup>	2.0455 $\pm$ 0.5354 <sup>a</sup>	6.136 $\pm$ 1.604 <sup>b</sup>
Hilera Doble	23.2 $\pm$ 2.49 <sup>a</sup>	5.3468 $\pm$ 0.3000 <sup>a</sup>	6.4734 $\pm$ 0.3685 <sup>a</sup>	99.0 $\pm$ 11.67 <sup>a</sup>	4.067 $\pm$ 0.7205 <sup>a</sup>	2.0595 $\pm$ 0.4399 <sup>a</sup>	12.357 $\pm$ 2.639 <sup>a</sup>

\*RPP: Rendimiento por planta; RPMC: Rendimiento por metro cuadrado.

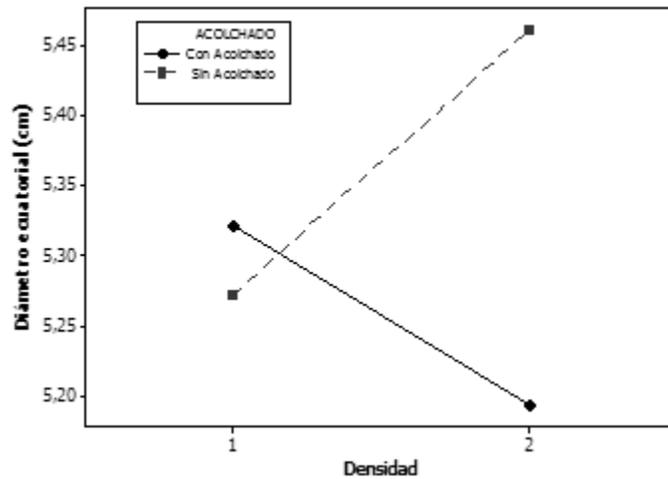


Figura 1. Interacción para diámetro ecuatorial.

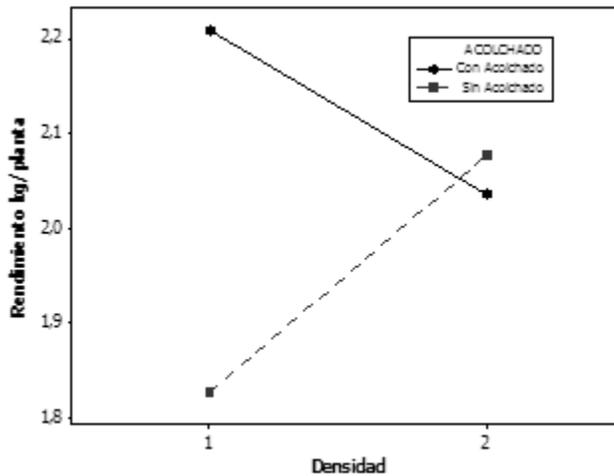


Figura 2. Interacción para rendimiento

### CONCLUSIONES

En el cultivo de jitomate se presentaron las enfermedades de moho gris (*Botrytis cinerea*), macha bacteriana (*Xanthomonas vesicatoria*) y dampig off (*Pythium spp.*, *Rhizoctonia solani*, *Phytophthora sp.*, *Fusarium sp.*), sin embargo la enfermedad de mayor incidencia fue *Botrytis cinerea*, siendo a su vez que la densidad de siembra (hilera sencilla e hilera doble) y la técnica de cultivo (acolchado y sin acolchado) no

influyeron para mitigar el desarrollo. Asimismo, la densidad de siembra y la técnica de cultivo no influyeron en la precocidad medida en días a la floración después del trasplante. El diámetro ecuatorial fue mejor en la interacción siembra a hilera doble-sin acolchado; para el diámetro longitudinal no influyó la técnica de cultivo y densidad de siembra; en la variable peso del fruto se obtuvo mejor resultado con la técnica de cultivo sin acolchado con un promedio de 4 frutos por racimo. Existió la misma cantidad

de rendimiento por planta tanto en las densidades de siembra como en la técnica de cultivo, pero sin lugar a duda hay mayor rendimiento por metro cuadrado en la densidad de siembra a hilera doble y con la técnica de cultivo sin acolchado con valores de 10.5 a 12 kg. Por lo tanto, la técnica de cultivo de densidad de siembra y las interacciones, beneficiaron a la investigación en la producción del cultivo de jitomate en invernadero, de acuerdo a las condiciones que se presentaron en el área de estudio en la región norte de Veracruz.

### LITERATURA CITADA

- CESAVEG. 2012. Folleto. Campaña Manejo Fitosanitario del Jitomate. Manual de plagas y enfermedades en jitomate. URL: [http://www.cesaveg.org.mx/html/folletos/folletos\\_11/folleto\\_jitomate\\_11.pdf](http://www.cesaveg.org.mx/html/folletos/folletos_11/folleto_jitomate_11.pdf)
- Garza, A. M. y Molina, V. M. 2008 Manual para la producción de tomate en invernadero en suelo en el estado de Nuevo León. Gob. Estado NL-SAGARPA. 4p. URL: [www.nl.gob.mx/pics/pages/da\\_publicaciones\\_base/m anual-invernaderos.pdf](http://www.nl.gob.mx/pics/pages/da_publicaciones_base/m anual-invernaderos.pdf)
- Hernández, S. Q., Sánchez-Del Castillo, F., Peña, A. L. y Montalvo, D. H. 2005. Sustratos y frecuencias de riego para la producción de jitomate en hileras a diferente altura. Terra Latinoamericana [fecha de consulta: 26 de marzo de 2013] Disponible en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57311101006>>
- Jaramillo, N. J., Rodríguez, V. P., Guzmán, A. M. y Zapata, A. M. 2006. El cultivo de tomate bajo invernadero (*Lycopersicon esculentum*. Mill) Boletín Técnico 21. Centro de Investigación La Selva Rio negro, Antioquia, Colombia. pp. 11-20.
- Nuestro-México. 2013. San Sebastián-Tantoyuca-Veracruz de Ignacio de la Llave. URL: <http://www.nuestro-mexico.com/Veracruz-de-Ignacio-de-la-Llave/Tantoyuca/San-Sebastian/> Consultado el 15 de marzo de 2013.
- Ortega, L., Sánchez, J., Ocampo, O., Sandoval, E., Salcido, B. y Manzo, F. 2010. Efecto de diferentes sustratos en crecimiento y rendimiento de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) bajo condiciones de invernadero. Revista Fitopatológica. 6: 339-346.
- Requejo, L. R., Escobedo, L. B. y García, H. O. 2003. Producción y calidad de tomate bajo el sistema de cultivo sin suelo. Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México. 260 p.
- SYNGETA. 2011. 10 años construyendo la historia del futuro. Incrementa Revista informativa Syngeta vol.1, 24 pp. URL: <http://www.syngenta.com.mx/lrevista-incrementa.aspx>
- Ucan, C. I., Sánchez, F., Contreras, E. y Corona, T. 2005. Efecto de la densidad de población y raleo de frutos sobre el rendimiento y tamaño del fruto en tomate Revista Fitotecnia Mexicana [en línea]. [fecha de consulta: 26 de marzo de 2013] Disponible en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61028105>>
- Vázquez, J. C., Sánchez, F. y Moreno, E. 2007. Producción de jitomate en doseles escaleriformes bajo invernadero Revista Chapingo. Serie Horticultura [en línea]. [fecha de consulta: 26 de marzo de 2013] Disponible en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=60913108>> ISSN 0186-3231