

DESARROLLO DE TRASPLANTES DE *Solanum lycopersicum* var. cerasiforme EN RESPUESTA A NIVEL DE ABASTECIMIENTO NUTRIMENTAL¹

[DEVELOPMENT OF *Solanum lycopersicum* var. cerasiforme TRANSPLANTS IN RESPONSE TO NUTRIMENTAL SUPPLY LEVEL]

Sergio Iván Luría-Sosa, José Raymundo Enríquez-del-Valle[§], José Cruz Carrillo-Rodríguez, Gerardo Rodríguez-Ortiz, Vicente A. Velasco-Velasco

¹Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca, Ex hacienda de Nazareno, Santa Cruz Xoxoxocotlán, Oaxaca. C.P. 71230.

[§]Autor para correspondencia: (jenriquezdelvalle@yahoo.com).

RESUMEN

El ambiente de propagación: libre de patógenos, temperatura, intensidad de luz, sustrato, abastecimiento nutrimental, influye en la calidad de trasplantes de *Solanum esculentum* producidos en contenedores de volumen pequeño, con efecto posterior en su rendimiento y calidad de fruto. Existe información en variedades mejoradas pero no en genotipos silvestres, por lo que el objetivo del presente trabajo fue evaluar el desarrollo de plantas de un genotipo silvestre de *S. esculentum* var. cerasiforme que recibieron diferente abastecimiento nutrimental. Semillas fueron germinadas en cajas Petri y condiciones de laboratorio. Seis días después de la siembra, dds, las plántulas obtenidas se establecieron individualmente en macetas de 150 cm³ con sustrato inerte perlita. El total de plantas se separó en seis grupos para aplicarles una vez al día durante los 11 a 30 dds, fertirriego 20 mL por planta, diferentes diluciones: 5, 20, 40, 60, 80 y 100% de la solución nutritiva, SN, de Steiner. Transcurridos 30 dds las plantas mostraban tamaños contrastantes debido a las cantidades diferentes de nutrimentos que recibieron. El tamaño de las plantas tuvo relación positiva con la cantidad creciente de nutrimentos que recibieron hasta SN-80%, de tal manera que las plantas fertirrigadas con SN-5% y las plantas fertirrigadas con SN-80% tuvieron en promedio: diámetro de tallo, 0.11 y 0.28 cm; altura, 4.7 y 17.6 cm; 5.1 y 9.7 hojas; área foliar, 13.2 y 203.8 cm²; peso seco foliar, 34.8 y 306.0 mg; peso seco de tallo, 10.0 y 140.1 mg; peso seco de raíz, 16.0 y 62.2 mg.

Palabras clave: Fertirriego, nutrición vegetal, solución nutritiva, tomate silvestre.

ABSTRACT

The environment of propagation: pathogen-free, temperature, light intensity, substrate, nutrient supply, have effect on transplant quality of *Solanum esculentum* seedlings grew in pots with small volume, during the first 30 days after sowing. The quality of seedling have effect on the fruit yield and fruit quality. There is information about the seedling growth of commercial cultivars, but there is fewer information about wild genotypes. Then the objective was to evaluate the seedling development of a wild genotype of *S. esculentum* cv. cerasiforme fertigated with different amounts of nutrients. Seeds were germinated into Petri dishes and laboratory conditions. Six days after sowing, das, each seedling were established into 100 cm³ pot with substrate perlite. The total of

¹ Recibido: 27 de enero de 2017.

Aceptado: 20 de junio de 2017.

plants were separated in six groups to fertigate them once a day during 11 to 30 das, with different dilutions: 5, 20, 40, 60, 80 y 100% of the Steiner's nutrient solution, NS. When 30 das had passed the seedlings had different size due to the amounts of nutrient which these received. The plant size had positive relation with the increasing amount of nutriment up to NS-80%, and so the plants fertigated with NS-5% and those plants fertigated with NS-80% had: stem diameter, 0.11 and 0.28 cm; 4.7 and 17.6 cm tall; 5.1 and 9.7 leaves; foliar area, 13.2 and 203.8 cm²; foliar dry weight, 34.8 and 306.0 mg; stem dry weight, 10.0 and 140.1 mg; root dry weight, 16.0 and 62.2 mg.

Index words: Fertigation, nutritious solution, plant nutrition, wild tomato.

INTRODUCCIÓN

En México el jitomate es importante para abastecer alimento al mercado interno, como producto de exportación generador de divisas. La producción anual total es de 1,192,772 ton cosechadas en una superficie de 23,263 ha (SIAP, 2015). Los rendimientos que se obtienen son el resultado de innovaciones en los sistemas de cultivo como debido al uso de genotipos mejorados (Magaña-Lira *et al.*, 2013). Pero también en áreas rurales de la región sur de México es factible encontrar genotipos silvestres o genotipos cultivados localmente de *Solanum lycopersicum*, que son consumidos por los habitantes de esta región. Los investigadores botánicos y agrónomos colectan estos ejemplares silvestres, para evaluarlos y determinar su posible uso en programas de mejoramiento genético, siendo importante también realizar estudios sobre su cultivo. En el presente trabajo se usaron ejemplares de un genotipo silvestre que fueron colectados en la sierra norte de Oaxaca. Esta especie produce abundantes racimos con frutos de 2.5 a 3 cm de diámetro, denominados cuatomates y con características organolépticas que las hacen atractivas para su consumo en fresco y preparados.

El uso de trasplantes en hortalizas ha sido una práctica común en horticultura y preferido en comparación a la siembra de semillas directamente en el campo (Dufault, 1994). Las ventajas del trasplante sobre la siembra directa incluyen: menor uso en la cantidad de semillas, menor costo de éstas, especialmente en híbridos, permite el uso de especies con dificultad en la germinación o en las que el periodo de crecimiento es corto, mayor uniformidad en el crecimiento, mejora el control de la población de plantas y espaciamiento, maximiza el uso del agua para irrigación, y facilita el control de malezas; posterior al establecimiento en suelo, las plantas muestran superior tolerancia al estrés biológico que afecta el sistema vascular y radical, floración temprana y precocidad de la producción (Nandele *et al.*, 2014).

En diferentes especies, tomate (Rady y Rehman, 2016), chile (Javanmardi y Emani, 2013), melón (Herrera *et al.*, 2009) la obtención de trasplantes de calidad requiere que durante esta etapa de desarrollo se les proporcionen condiciones ambientales adecuadas, disponibilidad de agua, temperatura, CO₂, sustratos, luminosidad, abastecimiento nutrimental, exclusión de patógenos. Así, entre plantas jóvenes es posible diferenciar su condición de vigor y potencial productivo, mediante sus características morfológicas como el área foliar, diámetro de tallo, altura, pigmentación. El estado nutricional de las plantas de semillero al momento del trasplante es un factor importante que influye en su establecimiento en campo y la máxima productividad de un cultivo. Los niveles de nitrógeno y fósforo de tejido foliar afectan a la supervivencia de las plántulas y capacidad para re iniciar crecimiento tras el trasplante a campo, el potencial de rendimiento y calidad de los frutos (Widders y Garton, 1992).

El desarrollo y productividad de cualquier planta superior, ya sea silvestre o cultivada, es afectado en diverso grado por los mismos factores ambientales. En el caso del abastecimiento nutrimental, las plantas dependen del suministro de macro y micronutrientes para desarrollar estructuras fotosintéticas con el tamaño, así como la síntesis de clorofila, que determinan la magnitud de actividad de fotosíntesis, para sostener el desarrollo de numerosos frutos grandes y de buena calidad. Por lo anterior, el presente trabajo tuvo el objetivo de evaluar las características morfológicas de plantas de tomate de un genotipo silvestre, *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme* Dunal, que durante la etapa de almácigo se fertirrigaron con cantidades diferentes de nutrimentos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El material vegetal fueron semillas de un genotipo silvestre de *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme* Dunal, obtenido en colectas de campo por Carrillo-Rodríguez y Chavez-Servia (2010) y Chavez-Servia *et al* (2011) en la sierra norte de Oaxaca, México. Las semillas se establecieron para su germinación en cajas Petri de vidrio de 10 x 100 mm, con una base de papel bond húmedo, y se incubaron en condiciones de laboratorio en donde imperaban temperaturas entre 18 y 29 °C.

Transcurridos seis días después de la siembra (dds), las semillas que mostraban germinación se establecieron individualmente en macetas de poliestireno expandido de 150 cm³, con sustrato inerte perlita. El total de plantas se separaron en seis grupos para fertirrigar cada grupo diariamente mediante piseta durante los días 11 a 30 dds con solo una de diversas diluciones (5, 20, 40, 60, 80 o 100%) de la solución universal de Steiner (1984) 20 mL por planta. El pH de las diversas diluciones de solución nutritiva se ajustó a 5.8. La solución universal de Steiner a 100% contiene en mg L⁻¹: 166.42 N, 30.68 P, 276.44 K, 182.34 Ca, 49.09 Mg, 111.15 S, 1.25 Fe, 0.21 Mn, 0.025 Zn, 0.076 B, 0.005 Cu y 0.021 Mo.

El experimento se estableció de acuerdo con un diseño completamente al azar. La unidad experimental fue una planta en cada maceta y se tuvieron 12 repeticiones por tratamiento, de las cuales se seleccionaron ocho ejemplares de cada tratamiento, que al inicio del experimento fueran las más homogéneas en tamaño para la toma de datos.

Transcurridos 30 dds, se cuantificó a las plantas de cada grupo: número de hojas; diámetro de tallo, mediante vernier; altura de la planta, mediante una escala en cm; volumen de la raíz, mediante desplazamiento de agua sumergiendo la raíz en un volumen conocido de agua en una probeta. Para determinar el área foliar, las hojas de cada planta se desprendieron de ésta, para colocarlas extendidas en un acetato y fotocopiarlas. Las fotocopias de las hojas se recortaron y se pesaron en balanza analítica con precisión de 0.1 mg, y su área se calculó teniendo como referencia el área y peso conocidos de una pieza de papel de la misma calidad que las fotocopias de foliares. Posteriormente la raíz, hojas y tallo de cada planta se guardaron por separado en bolsas de papel y colocaron durante 96 h a 50 °C en una estufa de convección mediante calor generado por lámparas incandescentes. El peso seco foliar, del tallo y raíz, se obtuvo al pesar las muestras secas en balanza analítica. Los datos se sometieron a análisis de varianza y comparaciones de medias (Tukey, 0.05). Para las rutinas de análisis estadístico se usó el programa computacional Statistical Analysis System (SAS Institute, 2005).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Un trasplante de jitomate de calidad tiene tallo grueso, entrenudos cortos, sus hojas grandes y verde oscuras. Y se han evaluado diversas condiciones del ambiente de propagación para lograr trasplantes de calidad: pH y contenido de nutrimentos del sustrato (Kang *et al.*, 2011), volumen de macetas y contenido de abono en el sustrato (Nandele *et al.*, 2014), ventilación forzada sobre y entre el dosel de la plantas (Shibuya *et al.*, 2006), abastecimiento de nutrimentos (Lu *et al.*, 2009; Parra-Terraza, 2016), re uso de sustratos usados en cultivo de hongos comestibles, SUCH (Zhang *et al.*, 2012), uso de mezclas de fibra de coco y SUCH (Ramos *et al.*, 2008), aplicación de bioestimulantes orgánicos suplementarios (Rady y Rehman, 2016). Se tienen antecedentes de que la calidad de las plántulas de jitomate que se obtienen en almacigo influyen en su desarrollo posterior, en la magnitud de su crecimiento vegetativo y en su rendimiento (Jack *et al.*, 2011; Javanmardi y Emami, 2013), las evidencias del presente trabajo muestran que la cantidad de nutrimentos que se proporcionaron a las plantas influyó en el tamaño de éstas, transcurridos 20 días de aplicarle su respectiva dosis de fertilización desde los 11 hasta los 30 días después de la siembra.

Los análisis de varianza (Cuadro 1) muestran que las dosis de fertirriego tuvieron efectos diferentes altamente significativos ($p \leq 0.01$) en el diámetro de tallo, altura de la planta, número de hojas, área foliar, peso seco foliar, peso seco del tallo, peso seco de la raíz, peso seco total y en la relación parte aérea/raíz.

Cuadro 1. Resumen de análisis de varianza de las características de plantas de *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme* que durante los 11 a 30 dds en almacigo recibieron diversas dosis de fertirriego.

FV	GL	Cuadros medios y significancia				
		DT	Alt	NH	Af	
Trat	5	0.0368**	183.40**	19.85**	41413.88**	
Error	42	0.0012	4.22	1.04	809.15	
Total	47					
		PSF	PST	PSR	PSTot	A/R
Trat	5	79737.73**	18637.33**	3189.14**	217810.44**	23.12**
Error	42	3143.02	560.49	358.59	8223.40	2.66
Total	47					

FV= fuentes de variación; GL= grados de libertad; Trat= tratamiento; DT= diámetro de tallo; Alt= altura; Af= área foliar; PSF= peso seco foliar; PST= peso seco de tallo; PSR= peso seco de raíz; PSTot= peso seco total; A/R= relación parte aérea/raíz. **= valor de F altamente significativo ($p \leq 0.01$).

Los datos (Cuadro 2) muestran que las plantas alcanzaron mayor tamaño en relación positiva a la cantidad creciente de nutrimentos en el rango de 5 a 80% de la solución universal de Steiner, que se les aplicó, de tal manera que las plantas fertirrigadas con la solución nutritiva a 5% y las plantas fertirrigadas a 80% de la concentración de nutrimentos de la solución universal de Steiner, alcanzaron 4.7 y 17.6 cm de altura, 0.11 y 0.29 cm de diámetro de tallo, 5.1 y 9.7 hojas, 13.2 y 203.8 cm² de área foliar, 34.8 y 306.0 mg de peso seco foliar, 10.0 y 140.1 mg de peso seco del tallo, 16.0 y 62.2 mg de peso seco de la raíz, magnitudes que en cada caso fueron significativamente diferentes (Tukey, 0.05). Las plantas fertirrigadas a 80% de concentración de nutrimentos tuvieron 15.4 veces el área foliar y 8.3 veces el peso seco total comparadas a las plantas

fertirrigadas con la SN-5%. Los datos de relación parte aérea/raíz muestran que conforme las plantas alcanzaron tamaño total adicional en respuesta al mayor abastecimiento nutrimental, la raíz también fue más grande pero en menor proporción que la parte aérea.

Cuadro 2. Características de plantas de *Solanum lycopersicum* var. cerasiforme que durante los 11 a 30 días después de la siembra en almácigo recibieron diversas dosis de fertirriego.

Trat	Características				
	DT (cm)	Alt (cm)	NH	Af (cm ²)	
5	0.11±0.03 c	4.8±0.6 d	5.1±0.6 d	13.2±6.0 e	
20	0.20±0.05 b	7.0±1.8 c	6.9±0.6 c	42.2±18.7 de	
40	0.18±0.04 b	9.5±2.3 c	7.4±0.7 b	75.5±22.0 cd	
60	0.20±0.03 b	13.0±2.0 b	8.1±0.6 b	113.1±21.9 c	
80	0.29±0.02 a	17.6±1.8 a	9.8±1.8 a	203.8±32.7 a	
100	0.28±0.02 a	14.0±3.0 b	8.5±1.1 a	158.9±49.4 b	
	PSF (mg)	PST (mg)	PSR (mg)	PSTot (mg)	A/R
5	34.9±10.2 c	10.1±2.1 d	16.0±2.6 b	60.9±10.1 c	2.9±0.9 b
20	101.2±61.9 c	30.1±19.2 c	31.3±10.8 b	162.6±87.1 c	4.2±1.8 b
40	153.2±46.2 b	53.3±20.0 c	55.4±25.9 a	261.8±83.8 b	4.2±1.7 b
60	205.0±45.0 b	86.8±18.3 b	68.0±25.4 a	359.7±75.5 b	4.9±2.5 b
80	306.1±70.1 a	140.2±32.8 a	62.3±19.0 a	508.5±113.5 a	7.4±1.3 a
100	253.7±76.4 a	101.4±34.3 b	53.8±18.8 a	408.8±126.7 a	6.8±1.0 a

Trat= tratamiento; DT= diámetro de tallo; Alt= altura; NH= número de hojas; Af= área foliar; PSF= peso seco foliar; PST= peso seco de tallo; PSR= peso seco de raíz. En cada columna medias con la misma letra no son significativamente diferentes (Tukey, 0.05). Media± desviación estándar.

Se observa que las plantas de tomate desarrollaron área foliar más grande en respuesta al abastecimiento creciente de nutrimentos mediante fertirriego; así también, conforme las plantas tuvieron mayor área foliar, mostraron mayor acumulación de materia seca en sus diferentes órganos y la biomasa total. Herrera *et al.* (2009) en trasplantes de melón (*Cucumis melo*) mostraron fuerte relación entre el área foliar y la acumulación de materia seca.

CONCLUSIONES

Las plantas de *Solanum lycopersicum* var. cerasiforme que durante los 11 a los 30 días después de la siembra recibieron fertirriego con diluciones diferentes de solución nutritiva, alcanzaron tamaños en relación positiva a la cantidad de nutrimentos que se les aplicó. Las plantas fertirrigadas con la dilución a 80% de la solución nutritiva, fueron más grandes en: 2.6 veces el diámetro de tallo, 3.6 veces la altura, 1.9 veces la cantidad de hojas, 15.3 veces el área foliar, 8.7 veces el peso seco foliar, 13.9 veces el peso seco de tallo y 3.8 veces el peso seco de raíz, respecto a las plantas fertirrigadas a 5% de concentración de nutrimentos. Las plantas fertirrigadas a 100% de concentración de nutrimentos no mostraron crecimiento adicional respecto a las plantas fertirrigadas con la SN a 80%.

LITERATURA CITADA

- Carrillo-Rodríguez, J.C. y J.L. Chávez-Servia. 2010. Caracterización agromorfológica de muestras de tomate de Oaxaca. *Revista Fitotecnia Mexicana* 33 (Núm. Especial 4): 1-6.
- Chávez-Servia, J.L., J.C. Carrillo-Rodríguez, A.M. Vera-Guzmán, E. Rodríguez-Guzmán y R. Lobato-Ortiz. 2011. Utilización actual y potencial del jitomate silvestre mexicano. Subsistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI), Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, CIIDIR-Unidad Oaxaca del Instituto Politécnico Nacional, e Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca. Oaxaca, México. 72 p.
- Dufault, R.J. 1994. Long-term consequences and significance of short-term pre-transplant nutritional conditioning. *HortTechnology* 4(1):41-42.
- Herrera, F., J.E. Castillo, R.J. López-Bellido and L. López-Bellido. 2009. Replacement of a peat-lite medium with municipal solid waste compost for growing melon (*Cucumis melo* L.) transplant seedlings. *Compost Science & Utilization* 17(1): 31-39.
- Jack A.L.H., A. Rangarajan, S.W. Culman, T. Sooksa-Nguan, and J.E. Thies. 2011. Choise of organic amendments in tomato transplants has lasting effects on bacterial rhizosphere communities and crop performance in the field. *Applied Soil Ecology* 48: 94-101.
- Javanmardi, J., and S. Emami. 2013. Response of tomato and pepper transplants to light spectra provided by light emitting diodes. *International Journal of Vegetable Science* 19: 138-149.
- Kang Y-I., J-M. Park, S-H Kim, N-J. Kang, K-S Park, S-Y Lee, and B.R. Jeong. 2011. Effects of root zone pH and nutrient concentration on the growth and nutrient uptake of tomato seedlings. *Journal of Plant Nutrition* 34: 640-652.
- Lu Y.L., Y.C. Xu, Q.R. Shen and C.X. Dong. 2009. Effects of different nitrogen forms on the growth and cytokinin content in xylem sap of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) seedlings. *Plant Soil* 315: 67-77.
- Magaña-Lira, N., A. Peña-Lomeli, F. Sánchez-del Castillo, J.E. Rodríguez-Pérez, y E.C. Moreno-Pérez. 2013. Comportamiento productivo de híbridos F1 de tomate y sus poblaciones F2. *Revista Fitotecnia Mexicana* 36(4): 371-379.
- Nandele, B.M., H. Raheman and G.V. Prasanna- Kumar. 2014. Standardization of potting mix and pot volume for the production of vegetable seedlings in paper pot. *Journal of Plant Nutrition* 37: 1214-1226.
- Parra-Terraza, S. 2016. Relaciones NO₃⁻/aviones y K⁺/ cationes en la solución nutritiva para el crecimiento de plántulas de tomate. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 7(7): 1527- 1538.
- Rady M.M. and H. ur Rehman. 2016. Supplementing organic biostimulants into growing media enhances growth and nutrient uptake of tomato transplants. *Scientia Horticulturae* 203: 192-198.
- Ramos S.J., G. Denílson de O, C.F. Caldeira, R.A. Sampaio, C.A. da Costa, and L.A. Fernandes. 2008. Tomato seedling production in substrate containing coconut fiber and mushroom culture waste. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, vol. 3 (3): 237-241.
- SAS Institute. 2005. The SAS for Windows v.9.01. SAS Institute. Cary, NC. USA. 480 p.
- Shibuya T., J. Tsuruyama, Y. Kitaya and M. Kiyota. 2006. Enhancement of photosynthesis and growth of tomato seedlings by forced ventilation within the canopy. *Scientia Horticulturae* 109: 218-222.
- SIAP. 2015. Avance Nacional de siembras y cosechas.
- Steiner, A. A.1984. The Universal Nutrient Solution. *In: Proc. 6th Int. Cong. Soilless Cult.* pp. 633-649.

- Widders, I.E. and R.W. Garton. 1992. Effects of pre-transplant nutrient conditioning on elemental accumulation in tomato seedlings. *Scientia Horticulturae* 52: 9-17.
- Zhang R-H, Z-Q. Duan, and Z-G Li. 2012. Use of spent mushroom substrate as growing media for tomato and cucumber seedlings. *Pedosphere* 22(3): 333-342.