

HORTICULTURA

Efecto del tamaño de celda de bandejas de siembra sobre la morfología y fisiología de plantines de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.)

R. Vagnoni; M. Buyatti y J.C. Favaro

Cátedra de Cultivos Intensivos, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Litoral. P. Kreder 2805 (3080) Esperanza, Santa Fe, Argentina. jcfavaro@fca.unl.edu.ar

Recibido: 19/11/12

Aceptado: 25/2/14

Resumen

Vagnoni, R.; Buyatti, M. y Favaro, J.C. 2014. Efecto del tamaño de celda de bandejas de siembra sobre la morfología y fisiología de plantines de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Horticultura Argentina 33(80): 15-19.

Aunque la utilización de bandejas con mayor número de celdas mejora la eficiencia de la producción de plantines, la reducción del tamaño de las mismas aumenta las condiciones de restricción de las raíces, afectando la morfología y fisiología de los plantines. Teniendo en cuenta lo anterior se realizaron estudios sobre plantines de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivados en celdas de diferentes volúmenes (20 cm³, 40 cm³ y 120 cm³ correspondiente a bandejas de 228, 126 y 35 celdas respectivamente). Se utilizó un sustrato comercial a base de turba y perlita (Dynamics n°1), y fueron irrigadas con solución nutritiva, en una plantinera comercial del Cinturón Verde Santafesino. Se realizaron extracciones de muestras a los 38 días después de la siembra. Se determinaron peso fresco y peso seco de raíces, tallos y hojas, con-

tenido de azúcares solubles en tallo y concentración de clorofila a, b y Total en hojas. En las celdas de menor volumen las plantas fueron más pequeñas, con menor peso seco de raíces, tallos y hojas; así como área foliar reducida. También se observó una disminución del contenido de azúcares solubles en los tallos de los plantines de las celdas pequeñas, lo que implica una reducción en el contenido de carbohidratos de reserva. En cuanto a la concentración de clorofila, se encontró un aumento en el contenido de clorofila b, lo que modificó la concentración en clorofila Total, en los plantines de celdas pequeñas. Con el incremento del tamaño del contenedor, se incrementó la altura, el área foliar por planta y la biomasa aérea y radicular. Plantines de calidad se obtuvieron en el volumen de celda de 40 cm³·celda⁻¹ con un tiempo de permanencia en almaciguera de 38 días.

Palabras clave adicionales: Producción de plantines, crecimiento, calidad de plantines, restricción radicular, volumen de contenedor, clorofila, contenido de azúcares.

Abstract

Vagnoni, R.; Buyatti, M. and Favaro, J.C. 2014. Effect of cell trays size on tomato seedlings (*Lycopersicon esculentum* Mill.) morphology and physiology. Horticultura Argentina 33(80): 15-19.

Although the use of trays with larger number of cells, improves the efficiency of seedlings production, reducing the size of these increase the restricted conditions to the roots, affecting the morphology and physiology of the seedlings. Studies on tomato seedlings (*Lycopersicon esculentum* Mill.) grown in different cell volumes (20 cm³, 40 cm³ and 120 cm³ corresponding to trays of 228, 126 and 35 cells, respectively) were made. A commercial substrate based in peat and perlite (Dynamics #1), watered with nutrient solution were used in a commercial nursery. Samples extractions were performed at 38 days after planting. Fresh and dry weight of roots, stems and leaves, soluble sugar content in stem

and chlorophyll a and b in leaves were evaluated. At lower cells volume plants were smaller, with less dry weight of roots, stems and leaves and reduced leaf area. A decrease in the content of soluble sugars in the stems of the seedlings of the small cells was also observed, which means a reduction in reserve carbohydrate. There was an increase in the content of chlorophyll b, which modified total chlorophyll concentration in the seedlings of small cells. With increasing container size, height, leaf area and aerial and biomass increased. Quality seedling were obtained in cell volume of 40 cm³, with a residence time of 38 days in the nursery.

Additional keywords: Seedling production, growth, quality of seedlings, root restriction, container size, chlorophyll, sugar content.

1. Introducción

En términos generales un plantín de calidad se identifica con un tallo vigoroso, de una altura de 10 a 15 cm, con ausencia o mínima clorosis, buen desarrollo radicular y libre de plagas. La calidad del plantín es usualmente definida por el consumidor y en menor

escala por el productor de plantines (Vavrina, 2002).

La siembra se puede realizar en el sistema de *plug* o de bandeja multiceldas, en donde las semillas se colocan en celdas individuales en bandejas alveoladas. Aquí, el sistema radical de cada plantín se halla confinado dentro de cada una de las celdas, lo que permite un crecimiento sin competencia hasta alcanzar el ta-

maño óptimo. Al momento del trasplante se extrae de la celda el conjunto formado por las raíces y el sustrato (Di Benedetto, 2004).

El tiempo de producción del plantín va a variar de acuerdo al tamaño de celda, condiciones ambientales, manejo cultural, época del año y tipo de mercado de venta (Leskovar, 2001).

Ne Smith & Duval (1998) consideran que la cuestión del volumen del contenedor es de suma importancia, tanto para los productores como para los consumidores de plantines. Una tendencia entre muchos productores comerciales de plantines es utilizar más celdas por bandeja (recipientes de menor volumen), lo que aumenta el número de plantas producidas, reduciendo al mismo tiempo la necesidad de desarrollar la producción de plantines en un espacio mayor. Esta tendencia también reduce los costos de propagación por planta, ya que estos están directamente relacionados con el volumen y tipo de contenedores. Aunque la utilización de envases más pequeños puede mejorar la eficiencia de la producción de plantines, no está claro cómo las plantas cultivadas con volúmenes de raíces menores, se van a desarrollar bajo las condiciones de campo, posteriores al trasplante.

En general, un efecto importante que se observa al reducir el volumen del contenedor es que se aumentan las condiciones de restricción de las raíces de los plantines; así, las plantas que crecen en celdas con volúmenes pequeños experimentan cambios morfológicos y fisiológicos en respuesta a esta reducción. El crecimiento aéreo y radicular, la acumulación y partición de biomasa, la fotosíntesis, el contenido de clorofila en las hojas, la relación del agua en la planta, la absorción de nutrientes, la floración y el rendimiento, se verán también afectados por esta restricción (Ne Smith & Duval, 1998).

También juega un papel importante el factor tiempo, el cual va a definir la edad del plantín a trasplantar. Saber determinar cuándo ocurre la restricción radicular es importante en el desarrollo de mejores sistemas de producción de plantines (Leskovar, 2001).

El objetivo de este trabajo fue obtener información de cómo las restricciones determinadas por el volúmenes de celda afectan los parámetros morfológicos y fisiológicos de plantines de tomate.

2. Materiales y métodos

El trabajo se desarrolló en un módulo de invernadero especialmente acondicionado como plantinero propiedad de un productor (El Aromal S.R.L.) de la localidad de Ángel Gallardo (31° 30' S; 60° 43' W),

localidad situada en el Cinturón Verde Santafesino. Se realizaron dos ensayos con siembra el 16/10/2010 y 05/10/2011.

Los estudios se realizaron sobre plantines de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cv. Isabella (BHN seed, USA) en tres tipos de bandejas multiceldas: 120 cm³·celda⁻¹ (35 celdas·bandeja⁻¹), 40 cm³·celda⁻¹ (126 celdas·bandeja⁻¹) y 20 cm³·celda⁻¹ (228 celdas·bandeja⁻¹). Las bandejas multiceldas utilizadas fueron de poliestireno expandido; para el llenado de las mismas se utilizó un sustrato comercial (®Dynamics n°1) a base de turba sphagnum y perlita, con un contenido de 1 g·L⁻¹ de macro y micro nutrientes y pH corregido a 5,5 con Dolomita.

Se realizaron extracciones de muestras a los 38 días desde la siembra tomando seis muestras al azar de cada una de las bandejas multiceldas. Se evaluaron parámetros morfológicos como:

- Altura de planta (cm), utilizando un calibre milimetrado, considerando en el tallo principal la distancia desde la superficie del sustrato hasta el ápice de la planta.

- Área foliar (cm²), empleando un medidor directo de área foliar LICOR modelo LI-3000 A.

- Peso fresco de raíces (g) y parte aérea (g). Para determinar el peso fresco, las plantas completas fueron extraídas cuidadosamente de la celda para no perder raicillas. Los plantines se colocaron en tamices de diferentes calibres y se lavaron con agua corriente a baja presión para eliminar restos de sustrato sin perder material vegetal. Se separó la parte aérea de la raíz cortando con bisturí a nivel de la superficie del sustrato. De la parte aérea se separaron hojas y tallos. Las raíces limpias se secaron con papel absorbente y se registró el peso con una balanza Scientech de ± 1 mg de precisión.

- Peso seco de raíces (g) y parte aérea (g). El peso de la materia seca se determinó una vez realizado el secado a estufa a 60 °C hasta peso constante. Ambos pesos se determinaron a través de una balanza Scientech de ± 1 mg de precisión.

También se evaluaron parámetros fisiológicos como:

- Concentración de clorofila a, b y Total en hojas a través del método de Arnon (1949), modificado por Porra (2005). Se tomaron secciones de hojas, de superficie conocida, evitando las nervaduras. También se registró su peso. Se colocaron las secciones en un mortero de cerámica y se maceró con arena, CO₃Mg (Carbonato de magnesio) y 10 mL de acetona al 80 %. Se filtró el extracto y a continuación se determinó la absorbancia del extracto en las siguientes longitudes de onda: 663 y 645 nm, través de un espectrofotómetro Hitachi®. Los datos fueron aplicados a las ecuaciones

Tabla 1. Parámetros morfológicos evaluados en plantines de tomate a los 38 días desde siembra en distintos volúmenes de celdas (promedio de los dos ensayos).

Tamaño de celdas	Altura plantín (cm)	Área foliar (cm ²)	Peso seco hojas (g)	Peso seco tallos (g)	Peso seco raíces (g)
20 cm ³	10,67 a	21,06 a	0,20 a	0,04 a	0,07 a
40 cm ³	14,16 b	40,26 b	0,17 b	0,07 b	0,12 b
120 cm ³	26,44 c	98,00 c	0,42 c	0,24 c	0,27 c

Test de Tuckey, letras distintas en la vertical, indican diferencias significativas ($P \leq 0,05$).

propuestas por Porra (2005) para la determinación de clorofila a, clorofila b y clorofila Total.

- Contenido de carbohidratos solubles en tallo por determinación del Método de Antrona (Farrar, 1995). Se trata de un método colorimétrico sencillo, preciso y de baja interferencia, basado en la acción hidrolítica y deshidratante del ácido sulfúrico concentrado sobre los carbohidratos. Estos se condensan con fenol originando una coloración amarillo-naranja, con picos de absorción entre los 490 nm para hexosas y 480 nm para pentosas (Dubois *et al.*, 1956).

Los datos fueron procesados a través del Software Estadístico InfoStat (INFOSTAT, 2008). A cada una de las variables se le efectuó un Análisis de Varianza y en el caso de detectar diferencias significativas entre tratamientos con un $\alpha \pm 0,05$, se procedió a realizar la separación de las medias de los tratamientos mediante la prueba de Tukey, empleando un nivel de confianza del 95 %.

3. Resultados y discusión

En general, con el incremento del tamaño del contenedor, se incrementó la altura, el área foliar por planta y la biomasa aérea y radicular (Tabla 1). El crecimiento aéreo y radicular están íntimamente relacionados, pues las raíces se basan en la porción aérea de la planta para obtener los fotosintatos y diversas hormonas, mientras que la porción aérea de la planta cuenta con las raíces para obtener agua, nutrientes, soporte y hormonas (Ne Smith & Duval, 1998).

Los parámetros morfológicos aumentaron con el tiempo de permanencia en la almaciguera y el volumen de celda. Divo de Cesar *et al.* (2009) evaluaron el efecto del tamaño inicial del contenedor en el crecimiento de plántulas de *Petunia* suplementadas, luego del repique, con citoquininas. El tamaño de la celda condicionó el desarrollo de la parte aérea y radical, ya que en las de menor tamaño disminuyó el ritmo de

crecimiento y la relación tallo/raíz. El peso final y la tasa de crecimiento de las plantas en macetas, provenientes de bandejas de 288 celdas, fueron menores a las provenientes de bandejas de 90 celdas. El tamaño de las celdas utilizadas en los períodos tempranos de crecimiento, condicionó el tamaño y la calidad final de plantas de *Petunia*. La suplementación con 6-bencilaminopurina (BAP) permitió lograr plantas de mayor tamaño con muy buena estructura de planta.

En coincidencia con lo observado en este trabajo Kemble *et al.* (1994) evaluaron dos cultivares de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en diferentes volúmenes de celdas, determinando a los 35 días desde la siembra que el peso seco de los plantines y la altura de los mismos se incrementó con el volumen de celda.

Nuestros resultados también coinciden con los de Mugnai & Al-Debei (2011) quienes determinaron en plantines de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) que la restricción radical, llevó a una reducción tanto del total de materia seca como del área foliar incrementándose considerablemente con el aumento de la duración de la restricción radical.

El efecto del tamaño del contenedor en la producción de plantines y la precocidad en tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), también fue evaluado por Bouzo *et al.* (2000) quienes observaron que el área foliar presenta magnitudes cada vez mayores a favor de los contenedores de mayor tamaño conforme aumenta la edad de los plantines.

El tamaño de los plantines al momento del trasplante es un factor fundamental cuando se quiere lograr precocidad de cosecha. Esto se ve magnificado en ambientes con restricciones por temperaturas bajas donde el período de cultivo es corto por lo que se debe partir de plantines de mayor tamaño para entrar tempranamente en cosecha y evitar las heladas.

Bouzo *et al.* (2000) encontraron que plantines de 35 días de edad manifestaron un retraso en inicio de cosecha de 14 y 7 días cuando crecieron en celdas de

Tabla 2. Parámetros fisiológicos evaluados en plantines de tomate a los 38 días desde siembra en distintos volúmenes de celdas (promedio de los dos ensayos).

Tamaño de celdas	Azúcar soluble (mg·g ⁻¹)	Clorofila a (mg·cm ⁻²)	Clorofila b (mg·cm ⁻²)	Clorofila Total (mg·cm ⁻²)
20 cm ³	0,13 ab	0,75 a	0,87 a	6,74 a
40 cm ³	0,10 a	0,74 a	0,90 a	7,47 a
120 cm ³	0,17 b	0,78 a	0,46 b	2,15 b

Test de Tuckey, letras distintas en la vertical, indican diferencias significativas ($P \leq 0,05$).

20 y 40 cm³ respectivamente comparadas con aquellas provenientes de macetas de 200 cm³.

En lo que hace a los parámetros fisiológicos se observó un aumento del contenido de azúcares solubles (Tabla 2) en los plantines de las celdas más grandes, principalmente en los tallos, lo que implica un mayor contenido de carbohidratos de reserva.

Los resultados de otros trabajos en cuanto a este parámetro resultan contrastantes, mientras que Kai *et al.* (2008) no encontraron diferencias en la concentración de sacarosa y almidón en las raíces, sí hubo un incremento en la concentración de sacarosa, azúcar soluble total y almidón en tallo y hojas en plantines de tomate sujetos a restricción radicular; para Mugnai & Al-Debei (2011), trabajando con contenedores de 7 mL y 230 mL el contenido de sacarosa no mostró uniformidad durante el experimento, llevando a resultados contradictorios; plantines en contenedores de 7 mL tuvieron un incremento en el contenido de glucosa y una simultánea disminución en el contenido de fructosa.

El contenido de azúcares y almidón es un parámetro importante en muchas especies porque marca la cantidad de reservas disponibles por los plantines para poder superar el momento crítico del trasplante.

En cuanto a la concentración de clorofila (Tabla 2), se encontró un aumento en el contenido de clorofila b, lo que modificó la concentración en clorofila Total, en los plantines de celdas pequeñas. Esto puede ser debido a que al aumentar la densidad de plantas por bandeja, el sombreado entre plantas indujo a un aumento del contenido de clorofila, en especial clorofila b (Salisbury & Ross, 1994).

4. Conclusiones

Plantines de calidad se obtuvieron en el volumen de celda de 40 cm³·celda⁻¹ con un tiempo de permanencia en almaciguera de 38 días. Con el aumento del volumen del contenedor se obtienen plantines de mayor tamaño con mayor contenido de azúcares totales, por lo que podría mejorarse la precocidad del cultivo y asimismo tener un mayor porcentaje de éxito en el trasplante. Asimismo el uso de celdas más grandes daría la posibilidad de una mayor permanencia en la plantinera sin manifestar restricción radical.

5. Bibliografía

Arnon, D.I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. Plant Physiol 24:1-15.

- Bouzo, C.; Favaro, J.C. & Pilatti, R. 2000. Efecto del tamaño del contenedor en la producción de plantines y la precocidad en tomate. Resumen XXIII Congreso Argentino de Horticultura. Mendoza. 26 al 30 de Setiembre de 2000. pp: 44.
- Di Benedetto, A. 2004. Cultivo intensivo de especies ornamentales. Bases científicas y tecnológicas. Ed. Facultad de Agronomía Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires. 272 pp.
- Divo De Cesar, M.; Lagoutte, S. & Vilella, F. 2009. Efecto del tamaño de celdas y citoquininas en el crecimiento de plantas de petunia. Phyton, Revista internacional de botánica experimental. <http://www.revistaphyton.fundromuloraggio.org.ar/vol78/LAGOUTTE.pdf> (28/06/10).
- Dubois, M.; Gilles, K.; Hamilton, J.; Rebers, P. & Smith, F. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. Analytical Chemistry (28): 350-356.
- Farrar, J.F. 1995. Carbon partitioning. In: Photosynthesis and Production in a Changing Environment. Hall, D.O.; Scurlock, J.M.O.; Bolhar-Nordenkamp, H.R.; Leegood, R.C. & Long, S.P. (Eds). Capítulo 15. pp: 222-246.
- INFOSTAT. 2008. www.infostat.com.ar
- Kai, S.; Xiao-Tao, D.; De-Kun, D.; Yan-Hong, Z. & Jing-Quan, Y. 2008. Root restriction-induced limitation to photosynthesis in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) leaves. Scientia horticulturae 117: 197-202.
- Kemble, J.; Davis, J.; Randolph, G.; Gardner, R. & Sander, D. 1994. Root Cell Volume Affects Growth of Compact-growth-habit Tomato Transplants. Hortscience 29(4): 261-262.
- Leskovar, D. 2001. Producción y ecofisiología del trasplante hortícola. Texas A & University, USA. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 25 pp.
- Mugnai, S. & Al-Debei, H.S. 2011. Growth reduction in root-restricted tomato plants is linked to photosynthetic impairment and starch accumulation in the leaves. Advances in horticultural science 25(2): 1-7.
- Ne Smith, D. & Duval, J. 1998. The Effect of Container Size. HortTechnology 8: 495-498.
- Porra, R. 2005. The chequered history of the development and use of simultaneous equations for the accurate determination of chlorophylls a and b. In: Govindjee, J., Beatty, H. Gest & J.F. Allen (eds) Discoveries in Photosynthesis. pp 633-640.
- Salisbury, F. & Ross, C. 1994. Fisiología vegetal. Ed. Grupo Editorial Iberoamerica. México. 759 pp.
- Vavrina, C. 2002. An introduction to the production of

containerized vegetable transplant. The Horticultural Sciences Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agri-

cultural Sciences, University of Florida. <http://edis.ifas.ufl.edu/hs126> (5 de mayo 2010).