

# **EFFECTO DE LA DENSIDAD DE PLANTACIÓN Y DEL TIPO DE SUSTRATO SOBRE LA PRODUCCIÓN DE VERDOLAGA (*PORTULACA OLERACEA* L.) EN UN CULTIVO HIDROPÓNICO DE BANDEJAS FLOTANTES**

JUAN A. FERNÁNDEZ  
DIANA NIÑIROLA  
MARÍA J. VICENTE  
ENCARNACIÓN CONESA

Departamento de Producción Vegetal. Universidad Politécnica de Cartagena. Murcia

JOSEFA LÓPEZ  
ALBERTO GONZÁLEZ

Departamento de Hortofruticultura. IMIDA. Murcia

## **RESUMEN**

La verdolaga (*Portulaca oleracea* L.) es una especie ampliamente difundida en las regiones mediterráneas. La introducción y adaptación de esta especie como cultivo comercial es interesante debido al valor nutricional de la misma, ya que contiene varias vitaminas y ácidos omega-3. El sistema de bandejas flotantes es una técnica beneficiosa y sencilla para el cultivo de hortalizas de hoja pequeña (baby leaf). La puesta a punto del cultivo de verdolaga en el sistema de bandejas flotantes conlleva la adecuación de las diversas técnicas de cultivo. En este trabajo se estudió el efecto de distintas densidades de plantación y de varios tipos de sustrato sobre la producción de verdolaga (*Portulaca oleracea* L.) cultivada en bandejas flotantes. Las densidades ensayadas fueron: 3.400, 6.800 y 10.200 plantas/m<sup>2</sup> y las combinaciones de sustratos: vermiculita + vermiculita, sustrato comercial + vermiculita y sustrato comercial + sustrato comercial; el primero en el fondo de la fisura de la bandeja y el segundo cubriendo la semilla. La densidad de plantación menor empleada produjo plantas con mayor altura y menor número de hojas, siendo en principio menos adecuadas para la comercialización de este producto para la IV gama. En cambio, la mayor densidad de plantación produjo plantas con una altura menor y un mayor número de hojas, a priori, más adecuadas para este uso. El comportamiento de las diferentes combinaciones de sustrato fue similar en la mayoría de parámetros controlados, a excepción de la altura de la planta, donde la combinación de sustrato

comercial + sustrato comercial presentó la menor altura. El rendimiento del cultivo no se vio afectado ni por la densidad ni por los sustratos empleados.

## INTRODUCCIÓN

El aprovechamiento de especies de hoja pequeña «baby leaf» para productos mínimamente procesados ha aumentado en los últimos años, tanto por el hecho del incremento del consumo de dichos productos, como por el tipo de aprovechamiento, en forma de hojas enteras de entre 8 y 12 cm, lo cual supone una escasa sección expuesta a oxidación, la de su peciolo, aumentando las posibilidades de conservación tras su procesado mínimo (González *et al.*, 2004). La verdolaga (*Portulaca oleracea*) es una planta silvestre comestible muy apreciada en otras épocas y que en la actualidad muchos autores consideran apropiada para el consumo humano (Genders, 1988). Además, algunas culturas actuales consumen plantas silvestres por ser una fuente importante de nutrientes minerales. En el caso de la verdolaga está comprobado que contiene nutrientes biológicamente activos incluyendo compuestos antioxidantes como el  $\beta$ -caroteno o el  $\alpha$ -tocoferol y los ácidos grasos de la familia omega-3 ( $\omega$ -3), en particular con un elevado contenido de ácido  $\alpha$ -linolénico. Por el contrario, acumula ciertos principios tóxicos como los nitratos, oxalatos y saponinas (Gupta y Wagje, 1988).

El sistema de cultivo en bandejas flotantes, en el cual las bandejas que contienen las plantas flotan de forma continua en una cama de agua o solución nutritiva, es una técnica sencilla para la producción de hortalizas de pequeño tamaño, particularmente de aquellas que se aprovechan por sus hojas. Este sistema de cultivo sin suelo permite optimizar el crecimiento y la producción, ya que controla ciertos factores decisivos, resultando una forma de cultivo fácil y ventajosa para producir hortalizas pequeñas, con elevada eficiencia hídrica, nutritiva y del espacio del invernadero (Gonnella *et al.*, 2004). Además, tanto el contenido en nitratos como en oxalatos pueden ser reducidos en este sistema aplicando determinadas técnicas de cultivo. También, y a nivel de la contaminación microbiana del producto, el hecho de que sea un cultivo sin suelo reduce considerablemente la carga microbiana facilitando los procesos de conservación poscosecha.

La puesta a punto del cultivo de verdolaga en el sistema de bandejas flotantes conlleva la adecuación de diversas técnicas de cultivo, para optimizar su producción y presentación como producto de la cuarta gama. Entre éstas estaría el empleo del sustrato más adecuado para optimizar su germinación y cultivo en las bandejas flotantes y el empleo de la densidad de plantación que proporcione el mayor rendimiento, manteniendo la máxima calidad de producción y su adecuación como producto para la cuarta gama. Aunque actualmente existen diferentes sustratos y mezclas que se pueden encontrar en el mercado para su uso en bandejas flotantes (Carrasco *et al.*, 2003), apenas hay información sobre el sustrato más adecuado para obtener producción de verdolaga. Recientemente, Cros *et al.* (2007) consiguieron los mejores resultados productivos en verdolaga con turba y una mezcla de turba y perlita, usando bandejas de poliestireno expandido con alvéolos troncopiramidales. Respecto al empleo de densidades de plantación en verdolaga, Cros (2007) propuso una densidad de unas 10.000 plantas/m<sup>2</sup> empleando la bandeja styrofloat para una óptima producción de verdolaga, aunque no probó ninguna otra densidad con esta bandeja.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el comportamiento agronómico de un cultivo de verdolaga en bandejas flotantes empleando 3 distintas densidades de plantación: 3.400,

6.800 y 10.200 plantas/m<sup>2</sup> y 3 tipos diferentes de combinaciones de sustrato: vermiculita + vermiculita (V + V), sustrato comercial + vermiculita (SC + V) y sustrato comercial + sustrato comercial (SC + SC), dispuestos el primero rellenando las fisuras de la bandeja y el segundo cubriendo la semilla.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en la Estación Experimental Agraria «Finca Tomás Ferro» de la UPCT ubicada en La Palma (Cartagena). En el experimento se utilizó el cultivar de verdolaga «Golden purslane» de la casa Tozer Seeds Ltd. La siembra se realizó a chorrillo el 24 de julio de 2007 en bandejas de poliestireno expandido denominadas «styrofloat».

Los sustratos utilizados fueron un sustrato comercial, formado por una mezcla equilibrada de turba rubia y turba negra, y vermiculita de calibre fino (de 0,5 a 3 mm). En el primer caso se dispuso el sustrato comercial en la base y sustrato comercial para cubrir las semillas (SC + SC), en el segundo, el orden fue sustrato comercial en la parte inferior y vermiculita en la superior (SC + V) y, por último, se dispuso vermiculita tanto debajo como sobre las semillas (V + V).

### Tratamientos ensayados

Cultivar	Siembra	Final	Duración
Golden purslane	24/07/2007	13/08/2007	20 días
Tratamientos			
Densidad de plantación		Sustratos	
3.200 plantas/m <sup>2</sup>		Sustrato comercial + Sustrato comercial	
6.800 plantas/m <sup>2</sup>		Sustrato comercial + Vermiculita	
10.200 plantas/m <sup>2</sup>		Vermiculita + Vermiculita	

Una vez sembradas, las bandejas fueron introducidas en una cámara a temperatura constante a 25 °C y oscuridad durante 24 horas para facilitar la germinación. A continuación, las bandejas se pasaron a unas mesas de cultivo de dimensiones 3 x 1,5 x 0,15 m, con una altura de solución nutritiva de 5 cm, ubicadas en el interior de un invernadero de policarbonato.

Transcurrida una semana se realizó un aclareo de plántulas, dejando unas densidades de 20, 40 y 60 plantas por fisura, lo que supuso unas densidades de plantación aproximadas de 3.400, 6.800 y 10.200 plantas/m<sup>2</sup>, respectivamente.

La solución nutritiva estuvo compuesta por agua fresca desde la colocación de las bandejas en las mesas de cultivo hasta 6 días después la siembra (dds). A partir de esta fecha y hasta el final del cultivo se empleó una solución nutritiva con un pH: 5,8 y una CE: 2,46 dS/m, conteniendo los siguientes elementos en µmol/l: NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, 4800; NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, 3200; H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>, 2000; K<sup>+</sup>, 6000; Mg<sup>2+</sup>, 1500. A esta solución se le añadió una mezcla comercial de microelementos a una concentración de 0,02 g/l y un quelato de Fe a una concentración de 0,02 g/l. La solución nutritiva fue oxigenada mediante bombas de aire y tubos perforados situados en la base de las mesas de flotación.

La duración del ciclo de cultivo fue de 20 días. En el momento de la recolección se analizó el número de hojas, la altura de la planta, el área foliar, medida con un medidor de área foliar, el rendimiento y el contenido relativo en clorofila en unidades SPAD, medido con un medidor de clorofila.

Para el diseño experimental se consideró como parcela elemental una bandeja de styrofloat de dimensiones 60 cm x 41 cm, disponiendo de 3 repeticiones al azar por cada una de las combinaciones de densidad y sustrato empleadas. Los datos se analizaron utilizando un ANOVA con el test de LSD (95%) para la separación de medias.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el cultivo el pH de la solución nutritiva osciló entre 5,4 y 5,8 y la CE entre 2,46 y 2,8 dS/m.

La altura total de planta y número de hojas fueron significativamente afectadas por la densidad de plantación, mientras que para el resto de parámetros analizados: área foliar, rendimiento y contenido relativo de clorofila (unidades SPAD), no hubo diferencias significativas (tabla 1). La mayor altura de las plantas fue conseguida con la menor densidad de plantación empleada (3.400 plantas/m<sup>2</sup>), mientras que en las otras densidades empleadas no hubo diferencias en este parámetro. De acuerdo con Beccafichi *et al.* (2003), la disminución de altura de las plantas con el incremento de la densidad de plantación parece ser debido a que un número mayor de plantas en la bandeja afecta a la competencia intraespecífica y, como consecuencia, al crecimiento individual de las plantas. Este mismo comportamiento de la altura de la planta respecto al incremento de la densidad de plantación fue demostrado por Cros (2007). Respecto al número de hojas por planta, éste fue incrementándose al aumentar la densidad de plantación; esto contrasta con los resultados de Cros (2007) en verdolaga, que señaló el descenso del número de hojas al aumentar la densidad. Resumiendo, en nuestro ensayo la mayor densidad de plantación produjo plantas con una altura menor y un mayor número de hojas, siendo en principio más adecuadas para la comercialización de este producto para la IV gama.

El comportamiento del cultivo ante las distintas combinaciones de sustrato fue relevante para la altura total de planta, obteniéndose los valores superiores con la combinación V + V (7,15 cm) y los más bajos con la combinación SC + SC (6,57 cm) (tabla 1). Por el contrario, Cros *et al.* (2007) consiguieron una altura similar en plantas de verdolaga cultivadas en bandejas de alveolos empleando vermiculita o turba, pero siendo superior a la conseguida en otros tipos de sustratos. La interacción existente entre la densidad de plantación y el tipo de sustrato revela que la mayor altura de planta se produjo con la densidad de 3.400 plantas/m<sup>2</sup> en las tres combinaciones de sustratos empleadas, mientras que no hubo diferencias significativas en las tres densidades utilizadas respecto a los tipos de sustratos.

## CONCLUSIONES

La mayor densidad de plantación produjo plantas con una altura menor y un mayor número de hojas, siendo en principio más adecuadas para la comercialización de este producto para la IV gama. El comportamiento de las diferentes combinaciones de sustrato fue similar en la mayoría de parámetros controlados, a excepción de la altura de la

planta, donde la combinación de sustrato comercial + sustrato comercial presentó la menor. Por último, el rendimiento del cultivo no se vio afectado ni por la densidad, ni por los sustratos empleados.

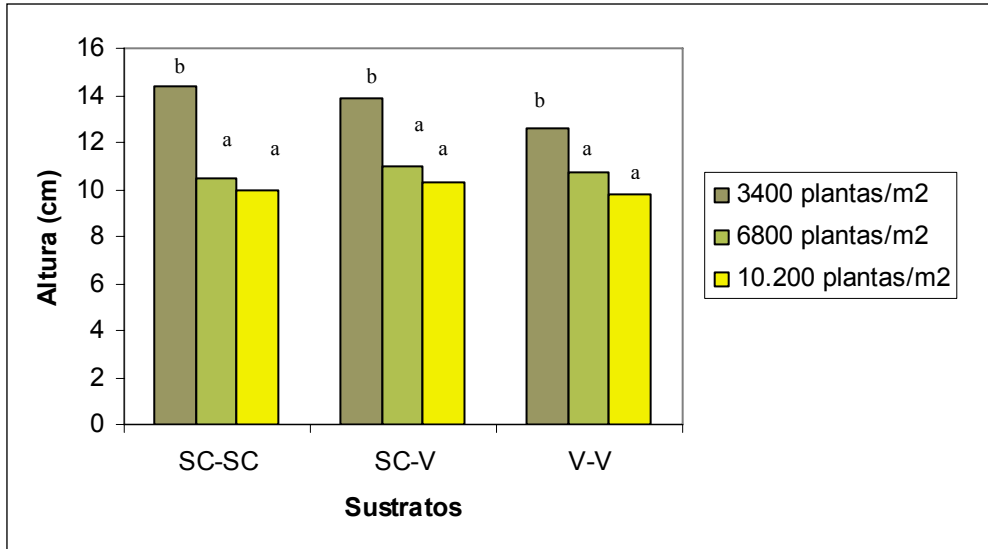
## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto MEC-FEDER AGL2005-08189-C02-01

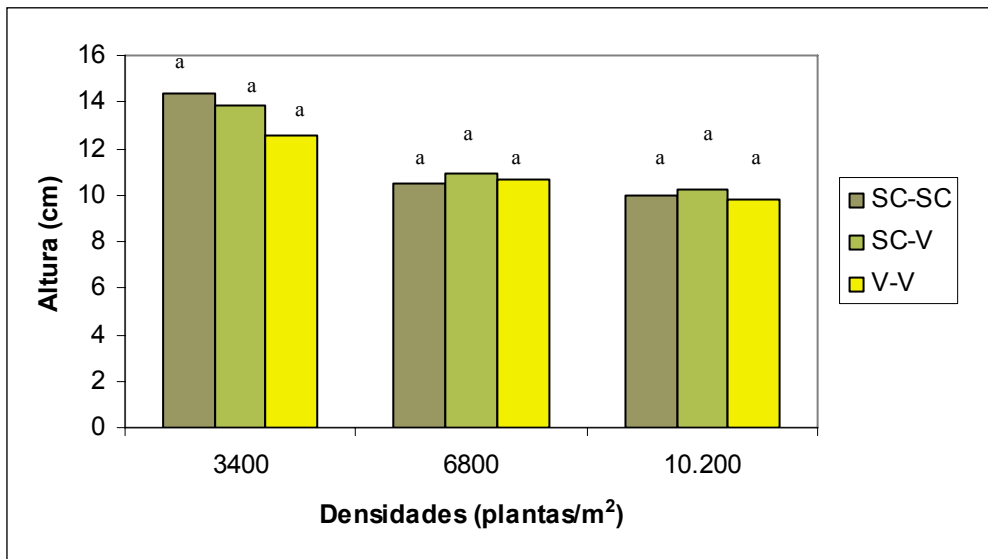
**Tabla 1.** Influencia de la densidad, los sustratos y su interacción sobre la altura, número de hojas, área foliar, rendimiento y contenido en clorofila de la verdolaga

	Altura (cm)	Nº hojas	Área foliar (cm <sup>2</sup> )	Rendimiento (kg/m <sup>2</sup> )	Clorofila (SPAD)
<b>Densidad (D)</b>					
3.400	8,39b	4,31c	134,447a	2,475a	24,07a
6.800	6,66a	4,75b	113,892a	2,125a	24,64a
10.200	6,46a	6,29a	131,074a	2,528a	24,6a
<b>Sustratos (S)</b>					
SC-SC	6,57a	4,81 a	125,775a	2,342a	24,6a
SC-V	6,81ab	4,96 a	134,569a	2,498a	24,24a
V-V	7,15b	4,59 a	119,069a	2,289a	24,56a
<b>Significación</b>					
Sustratos	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Densidad	***	***	n.s.	n.s.	n.s.
S*D	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

**Figura 1.** Efecto de interacción entre los sustratos y las densidades con respecto a la altura de las plantas al final del cultivo



**Figura 2.** Efecto de interacción de las densidades con los sustratos en relación a la altura de las plantas al final del cultivo



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BECCAFICHI, C.; BENINCASA, P.; GUIDUCCI, M. y TEI, F. Effect of crop density on growth and light interception in greenhouse lettuce. *Acta Horticulturae*; 614: 507-513.
- CARRASCO, G.; MARTÍNEZ, A.C.; URRESTARAZU, M. y SALAS, M.C. 2003. Vegetable seedlings grown in a float system. *Acta Horticulturae*, 614: 241-245.
- CROS, V.; MARTÍNEZ, J.J. y FRANCO, J.A. 2007. Good yields of common purslane with high fatty acid content can be obtained in a peat-based floating system. *Horttechnology*, 17: 14-20.
- CROS, V. 2007. El cultivo de la verdolaga (*Portulaca oleracea* L.) en bandejas flotantes. Aspectos de producción y calidad de las plantas. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Cartagena.
- GONZÁLEZ, A.; ABELLÁN, M.A.; LÓPEZ, J. y FERNÁNDEZ, J.A. 2004. Aprovechamiento de especies de hoja pequeña, baby leaf, para IV gama, en cultivo en invernadero. *Agrícola Vergel*, 272: 399-408.
- GENDERS, R. 1988. Plantas silvestres comestibles. Editorial Blume, Barcelona.
- GONNELLA, M.; CONVERSA, G.; SANTAMARÍA, P. y SERIO, F. 2004. Production and nitrate content in lamb's lettuce grown in floating system. *Acta Horticulturae*: 644, 61-68.
- GUPTA, K. y WAGLE, D.S. 1988. Nutricional and antinutritional factors of green leafy vegetables. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 36: 472-474.