

EFECTO DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA Y DEL APORQUE EN LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LA CEBOLLA PUERRO (*Allium ampeloprasum* L. var. *porrum* J. Gay)

EFFECT OF PLANT DENSITY AND HEAVING ON THE PRODUCTION AND QUALITY OF LEEK (*Allium ampeloprasum* L. var. *porrum* J. Gay)

Fernando Javier Peña Baracaldo¹

¹ Docente Investigador, Facultad Ingenierías, Programa Ingeniería Agronómica. Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A. Dirección para correspondencia: Calle 222 No. 55-37, Bogotá, D.C., e-mail: fepeña@udca.edu.co

Rev. U.D.C.A Acr. & Div. Cient. 18(1): 101-108, Enero-Junio, 2015

RESUMEN

La cebolla puerro y otras liliáceas, tradicionalmente, se han localizado en valles de climas medios y fríos moderados de las regiones andinas y cercanos a los centros de consumo. La producción y consumo de *Allium ampeloprasum* L. var. *porrum* J. Gay, se ha incrementado por sus cualidades condimentarias y por los beneficios de carácter medicinal. Los sistemas productivos implementados para esta hortaliza adoptan tecnologías procedentes de países con condiciones diferentes a las nuestras. Por lo tanto, para optimizar el cultivo y satisfacer la demanda creciente de mercados especializados, se requiere evaluar prácticas agronómicas, lo cual, se constituyó en el propósito del presente trabajo. Se determinó el efecto de cinco densidades de siembra y del aporque, sobre el peso, el diámetro y la longitud del tallo. Los resultados mostraron que a mayor densidad, el peso y el diámetro del fuste disminuyeron, sin ser afectadas por el aporque, mientras que la longitud de pseudotallo presentó una relación directamente proporcional: a mayor densidad, mayor longitud. Se obtuvieron puerros con longitudes superiores a la media del mercado, con las distancias de 20 x 25cm y 30 x 25cm, en donde también se lograron los mayores pesos frescos promedios, 354,93g y 354,42g, respectivamente. A una distancia de siembra de 30cm x 5cm, se cosecharon puerros largos y delgados. La práctica del aporque es necesaria dentro del sistema de producción de la cebolla puerro para el blanqueado del tallo; sin embargo, dicha práctica no influyó directamente sobre los parámetros de producción, como el peso y el diámetro del pseudotallo.

Palabras clave: Liliaceae, desarrollo del fuste, distancia de siembra, blanqueamiento del tallo, calidad.

SUMMARY

Leek and other Liliaceae have traditionally been cultivated in valleys of moderate and cold climates of the Andean regions, near the centers of consumption. The production and consumption of *Allium ampeloprasum* L. var. *porrum* J. Gay, has increased due to its seasoning qualities and medical benefits. The implemented production systems for this vegetable have adopted technologies from countries with conditions different than ours. Therefore, in order to optimize the crop and satisfy the internal and external demand related to quality, it is necessary to determine appropriate agronomic practices, purpose of this research. Within a divided plot experimental design, the effect of five plant densities and the influence of heaving on weight, diameter and stem length was evaluated. Results showed that at higher densities, weight and stem diameter were lower, but not affected by heaving, A direct proportional relation was observed for stem length: at mayor density, mayor stem length and vice versa. Big leeks were harvested with distances of 20 x 25cm y 30 x 25cm, which showed also, respectively, the highest mean weights, 354.93g y 354.42g, respectively. At a planting distance of 30cm x 5cm, large and thin leeks, were obtained. According to market criteria heaving is necessary within the production system for stem whitening, however, this practice did not directly influence the production parameters like weight and stem diameter.

Key words: Liliaceae, stem development, sowing density, stem whitening, quality.

INTRODUCCIÓN

El problema de la variación de los rendimientos en un cultivo hortícola es relativamente complejo, ya que involucra el

efecto de factores externos sobre los procesos fisiológicos de la planta y la interrelación entre éstos, los cuales, están determinados por la constitución genética de la misma. El objetivo de la producción, en cualquier cultivo, es lograr el mayor rendimiento por unidad de superficie y una mejor calidad en el producto al menor costo (Tabaquirá & Castro, 2003).

Las especies hortícolas poseen una serie de características agro-económicas que las hacen importantes en el contexto nacional e internacional: altos volúmenes de producción en pequeñas áreas, alta demanda por su valor nutritivo o medicinal y gran generación de empleo en el campo y en la agroindustria (Calderón *et al.* 2003).

Las Liliaceas comestibles comprenden algunas de las plantas más antiguas cultivadas por el hombre. Dentro del género *Allium* existen más de 500 especies, pero solamente unas pocas se cultivan comercialmente (Gray & Steckel, 1986). En Colombia, las Liliaceas de mayor importancia comercial son la cebolla de bulbo (*Allium cepa*), la cebolla de rama (*Allium fistulosum*), el ajo (*Allium sativum*), el cebollino (*Allium schenoprasum*) y la cebolla puerro (*A. ampeloprasum* var. *porrum*). La cebolla puerro, en los últimos años, ha adquirido mayor interés dentro del consumidor, incentivando al agricultor hacia la producción y la comercialización de este tipo de cultivo. Debido a la poca información y estudios sobre el puerro es necesario la evaluación de diferentes prácticas agronómicas, que aseguren un mejor producto en términos de calidad y de uniformidad para el mercado, contribuyendo a constituirse en una especie de importancia económica para el productor (Gray & Stickel, 1991).

La cebolla puerro fue originalmente descrita como *Allium porrum* por Linneaus en 1753, pero en la segunda edición de *Species Plantarum*, sugirió que el puerro podría ser sólo una variedad de *A. ampeloprasum*, lo que llevó a J. Gay a clasificarlo como *A. ampeloprasum* var. *porrum*, denominación que se ha usado hasta el presente. La especie es originaria de la zona comprendida entre el oeste de Portugal y el este de Irán, donde crece de forma silvestre en muchos hábitats y es, precisamente, la región de mayor difusión de este producto (Krarup & Moreira, 1998).

La planta de cebolla puerro consta de tres partes bien diferenciadas, hojas largas, estrechas y lanceoladas, bulbo alargado blanco y brillante y numerosas raíces pequeñas que van unidas a la base del bulbo. La parte superior de la hoja tiene un crecimiento independiente de la parte basal. Tanto el bulbo como las hojas son las partes comestibles de esta hortaliza. En realidad, los bulbos de las plantas de las variedades, actualmente cultivadas, no son muy pronunciados y por eso es considerada una hortaliza aprovechable por sus hojas.

Las partes comestibles de la planta son el bulbo y el pseudotallo, normalmente de color blanco y levemente engrosados, pero muestran una gran variabilidad de tamaño y de color, lo que dificulta su comercialización. Actualmente, los supermercados del planeta prefieren las plantas de cebolla puerro con pseudotallos, de un diámetro mayor a 20mm, longitud superior a 150mm y una hoja bandera de 50mm (Maroto, 1992) y peso fresco medio de 160 gramos. En estudios realizados por Macua *et al.* (2008), se reportan partes comercializables de plantas de cebolla puerro con diámetro mayor a 12,5mm; sin embargo, algunos mercados tradicionales de las grandes superficies y las centrales de abastos exigen partes comercializables de plantas de cebolla puerro grandes, con diámetros superiores a 40mm.

Teniendo en cuenta que el puerro es una planta variable, la longitud del fuste es una característica varietal más o menos influenciada por las técnicas de cultivo. La proporción de "blanco" está estrechamente ligada a la forma de siembra y a las labores posteriores. Es esencial algún tipo de clasificación por tamaños para satisfacer los requerimientos de uniformidad, demandados por el comercio nacional e internacional (Boscher *et al.* 1989).

Los cultivadores tienen problemas, ya que no existen parámetros mínimos de calidad exigidos por el mercado con relación a las características morfológicas, originando precios muy bajos y pocas oportunidades de tener ingresos adecuados, para mejorar su calidad de vida.

Otro factor importante dentro de las exigencias del mercado es que los pseudotallos del puerro deben presentar coloración blanca y, para ello, se realiza la práctica del aporque (Hashimoto *et al.* 1983); sin embargo, como la coloración, el tamaño y el diámetro del pseudotallo varían de un mercado a otro, se hace necesaria la evaluación de diferentes prácticas agrícolas, como el aporque, incluyendo diferentes densidades de siembra y así determinar la forma de utilización de estas labores (Currah, 1986). Es importante determinar cuál es la densidad de siembra con la que se obtienen los mejores rendimientos en t/ha en el cultivo y, de esta forma, hacer un mejor aprovechamiento de la semilla y las plántulas (Bonnet, 1976).

Es por todo lo anterior, que el interés es el de clasificar y de orientar la producción a centros de ventas especializados, para mejorar la rentabilidad del agricultor (Boyhan *et al.* 2000).

Dado los diferentes criterios para la comercialización y el manejo del cultivo, el propósito del presente trabajo fue conocer cuál es la mejor población para obtener el máximo rendimiento y calidad del puerro, en la zona de estudio. Para ello, se evaluó el efecto de diferentes densidades de

población con aporque y sin aporque sobre la producción de cebolla puerro en la sabana de Bogotá, evaluando el peso, el crecimiento del diámetro y la longitud del pseudotallo en la planta.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo de campo, se realizó en la finca La Esperanza, ubicada en la vereda Cerca de Piedra, municipio de Chía, en la sabana de Bogotá, a una altura de 2.560m.s.n.m., con localización geográfica de 4°35'30" Latitud Norte y 74°04'25" Longitud Oeste, durante el periodo comprendido entre noviembre de 2011 hasta junio de 2012. La finca presenta topografía plana y su suelo es dedicado al cultivo de hortalizas.

La variedad de cebolla puerro utilizada fue la Gavilán, cuyas plantas presentan hojas de color verde oscuro y fuste largo, que puede ser cultivada todo el año. La propagación fue indirecta, utilizando semillas suministradas por la Compañía Agroindustrial de Semillas, empleando bandejas de 128 alveolos, con una mezcla de turba, perlita y vermiculita y colocadas en cámara de crecimiento a 26°C y 80% de humedad relativa. Las plántulas fueron trasplantadas cuando tenían cuatro hojas verdaderas bien conformadas y entre 12 y 15cm de longitud, lo que ocurrió a los 30 días, después de la emergencia.

El estudio, se estableció bajo un diseño experimental en un arreglo de parcelas divididas, con tres bloques, en donde la parcela principal fue el aporque y la sub-parcela o parcela secundaria la distancia de siembra. Las distancias de siembra evaluadas fueron 30x25cm, 20x25cm, 20x15cm, 15x15cm y 30x5cm, correspondiendo, respectivamente, a 14, 20, 33, 44 y 66 plantas por m². El tamaño de las parcelas fue de 5m x 1,2m, distanciadas entre sí 0,20m. La siembra, se realizó en surcos de acuerdo con las distancias de siembra programadas, con el fin de facilitar las labores de aporque, las cuales, se realizaron a los 45 días después de trasplante.

Al cabo de 140 días después de la siembra, periodo para el cual la planta de cebolla puerro estaba en su punto óptimo de cosecha, se realizaron las evaluaciones en función del calibre, de longitud y de peso del fuste y del pseudotallo.

El tamaño de la muestra, se estableció en 10 plantas por unidad experimental, tomadas de las tres hileras centrales y en la parte media de cada hilera, para determinar el peso fresco en gramos, el diámetro del pseudotallo –medido en centímetros en la parte media del pseudotallo- y la longitud de tallo, en centímetros, desde la base hasta la inserción de la primera hoja.

Se realizaron las respectivas pruebas de normalidad, de análisis de varianza y de prueba de comparación de medias, mediante el software SAS. Adicionalmente, se realizaron los desdoblamientos de las interacciones de los factores, para obtener un análisis más completo, mediante el software SISVAR.

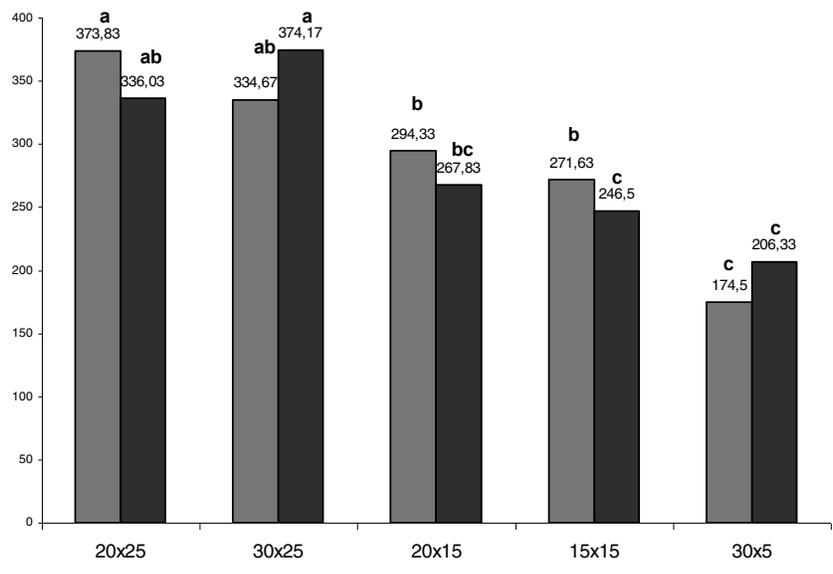
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Peso de planta. Al realizar las pruebas de normalidad correspondientes, se halló que la variable peso de planta fue la única que no se comportó de forma normal, por lo cual, fue necesario realizar la transformación raíz cuadrada de peso, con lo que los datos se ajustaron al modelo, para poderlos analizar correctamente.

En la gráfica 1, se aprecia que la variable peso de planta fue influenciada únicamente por la densidad de siembra, es decir, que al realizar o no el aporque, no hubo efecto sobre el peso final de la planta de cebolla puerro. Cuando se realizó la prueba de comparación de medias, se resalta que los mayores pesos se obtuvieron con las densidades de siembra de 14 plantas por m² y 20 plantas por m² presentando un promedio similar de 354g; estos resultados se corroboran con Brewster (2001), quien manifiesta que para producir plantas de cebolla puerro de gran tamaño se utilizan densidades de 20 plantas por m².

Asimismo, cuando se utilizaron 33 o 44 plantas por m², el peso por planta fue 270g en promedio y no se presentaron diferencias entre sí, mientras que se encontraron plantas de cebolla puerro con menor peso, cuando se sembró a una densidad de 66 plantas por m², en donde el promedio fue notablemente inferior al resto, con alrededor de 190g, como se puede observar en la gráfica 1. Aunque el peso es inferior con relación a las demás distancias, se encuentra todavía dentro de los parámetros del mercado mundial de plantas de cebolla puerro, como lo menciona Brewster *et al.* (1986), donde se acepta puerro con peso fresco medio de 160g.

El manejo de la densidad de plantación es una alternativa para controlar el crecimiento y el desarrollo de la planta, además del rendimiento y la calidad del bulbo. La competencia entre plantas depende de varias características, como la morfología de la planta, su capacidad para extraer agua y nutrientes del suelo, la respuesta a la temperatura y la exigencia de fotoperíodo que, en conjunto o de forma individual, afectan los rendimientos (Abubakar, 2001). La relación entre la densidad y la producción ha sido estudiada por muchos investigadores (Castellanos *et al.* 2001; Shock *et al.* 2004; Dale & Schumann, 2005; Ngouajio *et al.* 2008), reportándose incrementos del rendimiento con el aumento de la densidad, pero que, a su vez, también reduce el tamaño del bulbo.



Gráfica 1. Efecto de la densidad de siembra y del aporque sobre el peso promedio en gramos, de la planta de cebolla puerro.

En cebolla, diversos estudios destacan la respuesta de la planta a la densidad, como por ejemplo, cambios en la fecha de maduración (Brewster *et al.* 1986), en el diámetro del bulbo (Viloria *et al.* 2003) y en el rendimiento (Russo, 2008). Además, se ha demostrado que la producción de biomasa por metro cuadrado se incrementa con la densidad de plantas y que ésta se correlaciona con el porcentaje de intercepción de luz, por el dosel foliar del cultivo (Brewster, 1994); sin embargo, aunque la producción aumenta, el tamaño individual del bulbo disminuye drásticamente reduciendo su calidad.

Aunque estadísticamente el aporque no influyó en el peso final de la cebolla, al realizar un análisis dentro de las parcelas con o sin aporque, como se presenta en la gráfica 1, se puede ver que cuando se efectuó el aporque, en la mayoría de casos, el peso fue relativamente mayor, con excepción de las distancias de 14 y 67 plantas por m^2 , en donde el peso aumento levemente cuando no se realizó el aporque, con menos de un 5% en promedio.

Cuando se realizó el aporque, el menor peso de la planta se obtuvo a una densidad de 67 plantas por m^2 , 174,5g, mientras que a una densidad de 20 plantas por m^2 , el peso alcanzado fue de 373,83g, en promedio. De igual forma, las densidades de 14, 33 y 44 plantas por m^2 no presentaron diferencias estadísticas significativas, en cuanto al peso de cebolla entre sí, alcanzando un promedio de 300g.

Por otra parte, cuando no se realizó el aporque, el mayor peso promedio 374g se obtuvo a una densidad de 14 plantas por

m^2 , seguido de 336g alcanzados al sembrar a una distancia de 20 plantas por m^2 , mientras que las densidades restantes, 33, 44 y 67 plantas por m^2 , no presentaron diferencias estadísticas, con un peso promedio de 240g.

En *Allium* evidencias experimentales han determinado que la producción es altamente dependiente del cultivar, de la fecha de siembra y de la densidad de plantación (Paunero *et al.* 2004). Las diferencias en los rendimientos pueden ser explicados por la eficiencia en la intercepción de luz, la cual, es convertida en biomasa (Brewster, 2001). Esos incrementos en la producción están asociados al mayor índice de área foliar, ya que amplían los niveles de radiación fotosintéticamente activa interceptada y absorbida (Rabinowitch & Brewster, 1990).

Diámetro del pseudotallo. Se hallaron diferencias altamente significativas ocasionadas por la densidad de siembra, al igual que en la interacción de ésta con el aporque, pero con menor significancia.

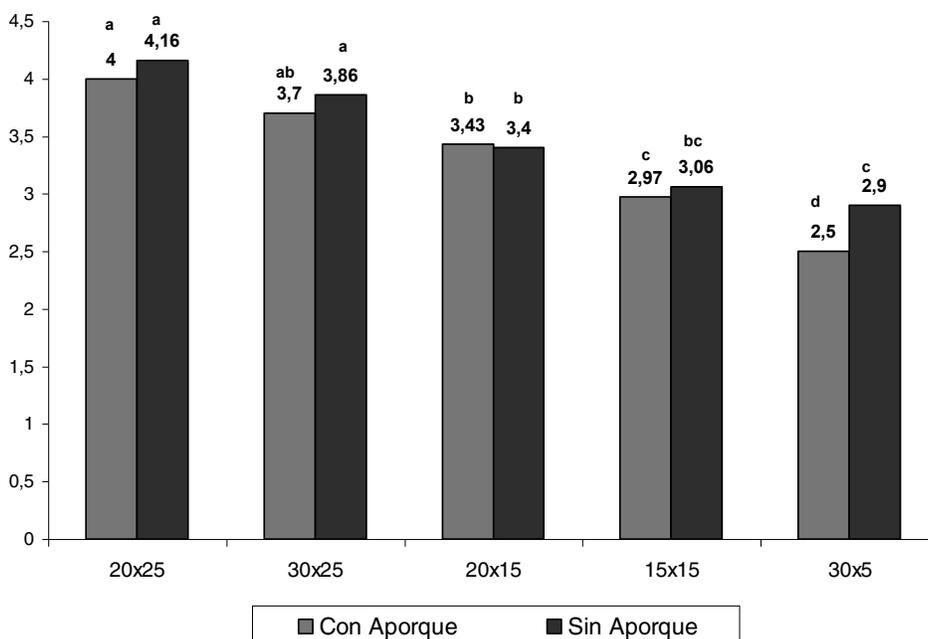
Se puede observar que al utilizar una densidad de siembra de 20 o 33 plantas por m^2 no representa diferencia en el grosor del pseudotallo de la cebolla, que alcanzó los 3,93cm en promedio. Por otra parte, si se utiliza una distancia de siembra de 33 plantas por m^2 , se obtiene un diámetro de fuste intermedio y estadísticamente diferente al resto, con un promedio de 3,41cm.

Además, los menores diámetros se obtuvieron cuando se sembró a una densidad de 44 plantas por m^2 y no se presentó

diferencia alguna con los conseguidos a una distancia de siembra de 67 plantas por m², con un grosor promedio de 2,85cm.

En la gráfica 2, se puede observar los diámetros promedios alcanzados con y sin aporque en las diferentes distancias de siembra, en donde se mantiene la tendencia general de los resultados, presentando diferencias significativas entre sí.

Cuando se realizó el aporque, se alcanzaron mayores diámetros 3,85cm en promedio, a densidades de 20 y 14 plantas por m² y a medida que la densidad de siembra aumentó, el diámetro del tallo disminuyó significativamente, obteniendo un grosor de 2,5cm en la densidad más alta, 67 plantas por m².



Gráfica 2. Efecto de la densidad de siembra y del aporque sobre el diámetro del pseudotallo (cm), de la planta de cebolla puerro.

De igual forma, cuando se realizó el aporque, el diámetro del tallo disminuyó significativamente, pero de una forma menos drástica, puesto que a la densidad de 67 plantas por m², alcanzó valores promedio de 2,9cm.

Al desglosar el efecto de la interacción aporque*densidad de siembra, que fue significativo, se pudo apreciar que el aporque tuvo un efecto directo sobre el diámetro de la cebolla puerro, únicamente en las parcelas con distancias de 14 y 67 plantas, en las cuales, se presentaron mayores diámetros de fuste, cuando no se realizó esta labor. Según Rahim & Fordham (2001), la tasa de producción de materia seca está correlacionada con la radiación interceptada, que está fuertemente afectada por el área foliar, además la intensidad de luz determina la producción de área foliar al influir sobre la división y elongación celular.

El diámetro del pseudotallo fue en promedio 4,16cm cuando se utilizó una distancia de siembra de 14 plantas por m²,

sin realizar aporque, mientras que cuando se realizó esta práctica, el diámetro se redujo a 3,70cm, bajo la misma densidad de plantas.

Longitud del tallo. Al observar el análisis de varianza para la variable, se puede ver que se presentaron diferencias altamente significativas cuando se utilizaron distintas distancias de siembra y cuando se realizó el aporque; sin embargo, la interacción de estos dos factores no presentó efecto.

Se aprecia la prueba de comparación de medias para la longitud de cebolla puerro, en donde, al sembrar a distancias de 67, 44 y 33 plantas por m² no se presentaron diferencias estadísticas y se obtuvo, en promedio, una longitud de 16cm, mientras que al sembrar a densidades de 20 y 14 plantas por m², los tamaños de tallo fueron significativamente inferiores que al utilizar un distanciamiento de 67 plantas por m², presentando un promedio alrededor de 2cm menos.

En la gráfica 3, se aprecia el comportamiento de la longitud de la cebolla influenciado por la distancia de siembra y el aporcado. Cuando se realizó el aporque, las longitudes de tallo alcanzadas, cuando se sembró a las distancias de 67, 44 y 33 plantas por m², fueron estadísticamente iguales entre sí, mostrando un valor promedio de 16,52cm y superiores, únicamente, a los 14,23cm de longitud, que se obtuvieron al utilizar una densidad de 14 plantas por m², mientras que cuando el aporcado no se realizó, la distancia en la que se obtuvieron mayores longitudes fue la de 67 plantas por m², seguida de la de 33 plantas por m², con 16cm, en promedio. Las densidades restantes no presentaron diferencias estadísticas significativas entre sí, brindando cebollas de 14,07cm de longitud en promedio; sin embargo, al analizar el efecto de la interacción distancia*aporque sobre la longitud de la cebolla puerro, se hallaron diferencias significativas únicamente cuando se usó la densidad de 44 plantas por m², en donde, se obtuvieron mayores longitudes, cuando se realizó aporque y se utilizó una densidad de 44 plantas por m², donde se obtuvieron plantas de dos centímetros más largas en promedio.

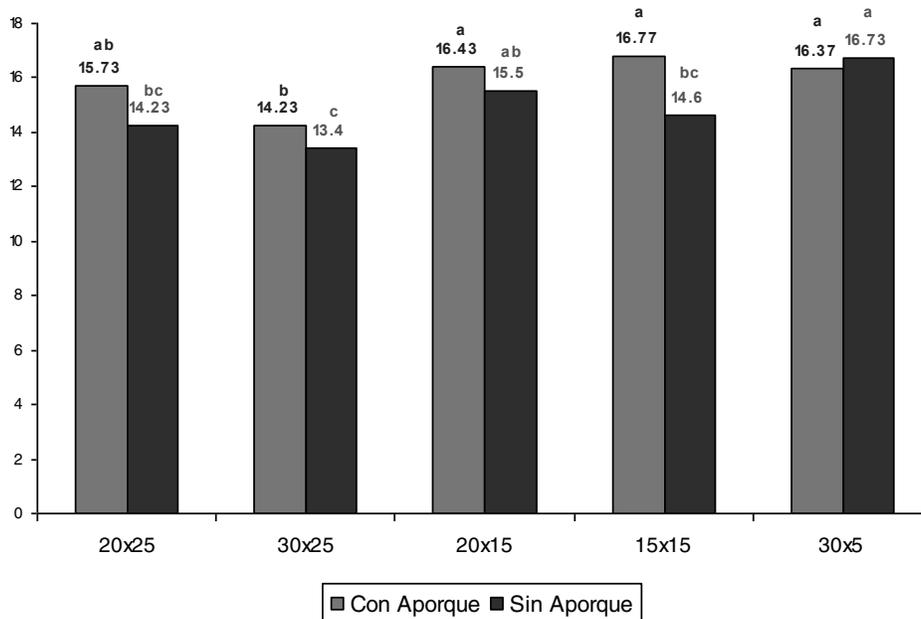
El peso y el diámetro del pseudotallo de la cebolla puerro presentaron una relación inversamente proporcional a la densidad de siembra, es decir, a mayor densidad menor peso y menor diámetro de planta. Brewster (2001) manifiesta que cuanto mayor sea la densidad de plantación, mayor será la proporción de puerros pequeños y esto corrobora los

resultados obtenidos en el presente trabajo; no obstante, al utilizar una densidad de 20 x 25cm (20 plantas/m²) o de 30 x 25cm (14 plantas/m²), no se presentan diferencias en cuanto a estas dos variables.

La mayor densidad puede producir una mayor proporción de pseudotallos de menor biomasa, pero con un número de plantas algo superior al óptimo; esto puede ser compensado con una mayor altura de los mismos (Tabaquirá & Castro, 2003). Estos autores afirman que el cebollín desarrollado a altas densidades se elonga más y el grado de ramificación se incrementa, especialmente, en las plantas ubicadas en el centro de las camas.

Con relación al aporque, no presentó influencia sobre el peso y el diámetro de la planta de cebolla puerro. Aunque no influyó sobre los parámetros de producción sí es una técnica necesaria para el blanqueado del pseudotallo, según la exigencia del mercado (Ramírez, 1996). Además, el grado de blanqueo aumenta con la densidad, en especial, en las plantas del centro de las camas de siembra.

Como se mencionó anteriormente, el aporque no afectó el diámetro basal o el peso del puerro, excepto cuando se efectuó en las parcelas con densidades de 14 y 44 plantas por m², en donde, seguramente, incrementó algunos problemas fitosanitarios, lo que, tal vez, contribuyó a la disminución en el diámetro promedio en estos tratamientos.



Gráfica 3. Efecto de la densidad de siembra y del aporque sobre la longitud promedio de fuste, de la planta de cebolla puerro.

La longitud del tallo de la cebolla puerro presentó una relación directamente proporcional a la densidad de siembra; sin embargo, se obtuvieron resultados iguales cuando se sembró a una densidad de 33, 44 o 67 plantas por m², en contraste, con una densidad de 14 y 20 plantas por m², que presentaron menores tamaños de planta.

Del presente estudio, se concluye que la práctica del aporque es necesaria dentro del sistema de producción de la cebolla puerro para el blanqueado del pseudotallo, teniendo en cuenta los criterios de mercado; sin embargo, dicha práctica no influye directamente sobre los parámetros de producción, como el peso y diámetro del fuste.

Con los resultados obtenidos en el presente trabajo, se recomienda, para obtener puerros grandes, las densidades de siembra de 14 y 20 plantas por m², distancias donde se presentaron los mayores pesos promedios y un diámetro comercialmente aceptado.

La distancia de siembra de 67 plantas por m² se recomienda cuando se desea obtener puerros largos y delgados, con un longitud promedio de 16,55cm, un diámetro promedio de 2,7cm y un peso promedio de 190,42g.

Conflicto de intereses: El manuscrito fue preparado y revisado por el autor, quien declara que no existe conflicto de intereses, que ponga en riesgo la validez de los resultados presentados.

BIBLIOGRAFÍA

1. ABUBAKAR, A. 2001. Growth indices and bulb yield of garlic (*Allium sativum* L.) as affected by inter and intra-row spacing. Niger. J. of Agric. Env. 1(2):12-16.
2. BONNET, B. 1976. Le poireau (*Allium porrum* L.): Aspects Botaniques et Agronomiques. Reveu Bibliographique. Saussurea 7:175-194.
3. BOSCHER, J.; LECORFF, J.; LECOMTE, C.; GUERN, M. 1989. Characterisation of the wild *Allium ampeloprasum* complex in France: Interesting characters of *Allium polyanthum* s.s. for genetic resources. En: ISHS International Symposium on Diversification of Vegetable Crops (1o, 1989). Acta Horticult. (242):139-150.
4. BOYHAN, G.E.; KELLEY, W.T.; GRAMBERRY, D.M. 2000. Production and Management of garlic, elephant garlic and leek. The University of Georgia College of Agricultural and Environmental Sciences and the U.S. Department of Agriculture cooperating. Circular 852.
5. BREWSTER, J.; MONDAL, F.M.; MORRIS, G.E. 1986. Bulb development in onion (*Allium cepa* L.). IV. Influence on yield of radiation interception, its efficiency of conversion, the duration of growth and dry matter partitioning. Ann. Bot. 58: 221-223.
6. BREWSTER, J.L. 1994. Onions and other vegetable Alliums. The clasification, Origins, Distribution and Economic Importance of the Major Vegetable Crops. En: Crop Production Science in Horticulture, 3. Cap. 1 p.1-18.
7. BREWSTER, J. 2001. Las cebollas y otros *Alliums*. Ed. Acibia. España. p.199-200.
8. CALDERÓN, E.; SERWATOWSK, R.; CABRERA, J.; GARCÍA, C. 2003. Siembra mecanizada del ajo: Métodos y Equipos. Agrociencia Mexico 37(5):483-493.
9. CASTELLANOS, J.Z.; OJODEAGUA, J.L.; MÉNDEZ, F.; VILLALOBOS, S.; VADILLO, V.; VARGAS, P.; LAZCANO, I. 2001. Requerimientos de fósforo en cultivos de ajo bajo fertirrigación. Better Crops Int. 15(2):21-23.
10. CURRAH, L. 1986. Leek Breeding: A review. J. Hort. Sci. 61(4):407-415.
11. DALE, K.; SCHUMANN, C. 2005. Response of woodland-planted ramps to surface-applied calcium, planting density and bulb preparation. HortScience 40(5):1516-1520.
12. GRAY, D.; STECKEL, J.R.A. 1986. The effects of seed-crop plant density, transplant size, harvest date and seed grading on leek (*Allium porrum* L.) seed quality. J. Hort. Sci. 61(3):315-323.
13. GRAY, D.; STECKEL, J.R.A. 1991. Density and harvest date effects on leek seed yields and quality. Seed Sci. Technol. 19:331-340.
14. HASHIMOTO, S.; MIYAZAWA, M.; KAMEOKA, H. 1983. Volatile flavor components of chive (*Allium schoenoprasum* L.). J. Food Sci. 48(6):1858-1859.
15. KRARUP, C.; MOREIRA, I. 1998. Hortalizas de estación fría. Biología y diversidad cultural. P. Universidad Católica de Chile, VRA, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Santiago, Chile. Disponible desde Internet en: http://www.puc.cl/sw_educ/hort0498 (con acceso 05/11/2014).

16. MACUA, J.I.; LAHOZ, I.; SANTOS, A.; CALVILLO, S. 2008. Puerro para mercado en fresco en Navarra. Navarra Agraria, ITA agrícola Boletín informativo Enero-Febrero.
17. MAROTO, J.V. 1992. Horticultura herbácea especial. 3ª edición. Ediciones mundi-prensa, Madrid, España, 568p.
18. NGOUAJIO, M.; WARNCKE, D.D.; COUNTS JR., J.W. 2008. Changes in onion (*Allium cepa* L.) yield and grade distribution in response to cover crop and plant population. Abstract. HortSci. 43(4):1138.
19. PACINERO, I.; CORBINO G.B.; BAZZIGALUPI, O.; UVIEDO, R. 2004. Producción orgánica de semillas de puerro (*Allium porrum* L.) en el noreste de Buenos Aires. Estación experimental agropecuaria San Pedro. Spanish J. Agr. Res. 1(2):49-54.
20. RAHIM, M.A.; FORDHAM, R. 2001. Environmental manipulation for controlling bulbing in garlic. Acta Hort. 555:181-188.
21. RAMÍREZ, P.H. 1996. Botánica, morfología y fisiología. El cultivo de ajos y cebollas en Colombia. Corpoica, ICA, Pronatta. Santa Fé de Bogotá. p.9-17.
22. RABINOWITCH, H.D.; BREWSTER, J.L. 1990. Onions and Allied Crops. CRC Press, Boca Raton. FL. Vol.I, II y III, respectivamente, 273, 320 y 288p.
23. RUSSO, V. 2008. Plant density and N fertilizer rate on yield and nutrient content of onion developed from greenhouse grown transplants. HortScience 43:1759-1764.
24. SHOCK, C.; FEIBERT, E.; SAUNDERS, L. 2004. Plant population and nitrogen fertilization for subsurface drip-irrigated onion. HortScience 39(7):1722-1727.
25. TABAQUIRÁ, H.A.; CASTRO, R. 2003. Efecto de la fertilización y la densidad de población sobre el rendimiento y calidad de la cebolla de rama (*Allium fistulosum* L.) en condiciones agroecológicas de la granja Tesorito. Agronomía (Universidad de Caldas, Colombia) 11(1):18-32.
26. VILORIA, A.; ARTEAGA, L.; DÍAZ, L.; DELGADO, D. 2003. Efecto de la fertilización con N- P-K y la distancia de siembra sobre el rendimiento de la cebolla (*Allium cepa* L.). Bioagro. 15(2):129-133.

Recibido: Diciembre 1 de 2014

Aceptado: Abril 21 de 2015

Cómo citar:

Peña Baracaldo, F.J. 2015. Efecto de la densidad de siembra y del aporque en la producción y calidad de la cebolla puerro (*Allium ampeloprasum* L. var. *porrum* J. Gay). Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient. 18(1): 101-108.