

INVESTIGACIÓN

EFFECTO DE LA DENSIDAD DE PLANTACIÓN SOBRE EL RENDIMIENTO DE CEBOLLA cv. COBRIZA INTA CON RIEGO POR GOTEO¹

Effect of plant density on yield of onions cv. Cobriza INTA with drip irrigation¹

V.M. Lipinski², Silvia Gaviola^{3*} y Julio C. Gaviola²

ABSTRACT

The effect of different plant densities was studied on the yield of long day onions (*Allium cepa* L.) cv. Cobriza INTA. The experiment was conducted at National Institute of Agriculture Technology (INTA), La Consulta Experimental Station, Mendoza, Argentina, on a deep sandy loam soil (Typic Torrifuvent). The trial was conducted using drip irrigation with a T-Tape 510-30 buried 2 cm deep in the middle of the seedling bed. The design was a randomized block with 4 repetitions. Treatments were four plant densities: 30 (D₃₀), 40 (D₄₀), 50 (D₅₀) y 60 (D₆₀) plants m⁻². The first three densities were seeded in 4 lines, and the D₆₀ in 6 lines. The initial seed stand was reduced at harvest time by 3.1; 3.9; 1.5; and 7.9% for treatments D₃₀, D₄₀, D₅₀ and D₆₀ respectively. Total yield increased linearly up to 50 plants m⁻² reaching a maximum yield of 60 t ha⁻¹. The percentage of healthy commercial bulbs with respect to total yield was 72; 57; 64; and 65%, for D₃₀, D₄₀, D₅₀ and D₆₀ respectively. There were no significant differences between yields of internal and external rows.

Key words: long day onion, planting density, *Allium cepa* L., irrigation.

RESUMEN

Se estudió el efecto de diferentes densidades de plantación en el rendimiento de cebolla (*Allium cepa* L.) de día largo cv. Cobriza INTA. Para ello se realizó un ensayo en el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Agropecuaria La Consulta, Mendoza, Argentina, en un suelo franco arenoso profundo (Typic Torrifuvent). El ensayo fue manejado con riego por goteo usando cinta T-Tape 510-30 enterrada a 2 cm en el centro de la cama de plantación. El diseño fue de bloques al azar con 4 repeticiones. Los tratamientos fueron cuatro densidades de plantación: 30 (D₃₀), 40 (D₄₀), 50 (D₅₀) y 60 (D₆₀) plantas m⁻² en tresbolillo, dispuestas en 4 hileras en D₃₀, D₄₀ y D₅₀ y 6 hileras para D₆₀. La población inicial de plantas se redujo a la cosecha en 3,1; 3,9; 1,5 y 7,9 % para los tratamientos D₃₀, D₄₀, D₅₀ y D₆₀, respectivamente. El rendimiento total aumentó en forma lineal hasta la densidad de 50 plantas m⁻², obteniéndose un rendimiento máximo de 60 t ha⁻¹. El porcentaje de bulbos sanos comerciales sobre el total de bulbos cosechados para las densidades D₃₀, D₄₀, D₅₀ y D₆₀ fue de 72; 57; 64 y 65%, respectivamente. No se encontraron diferencias significativas con respecto al rendimiento obtenido entre hileras externas o internas.

Palabras clave: cebolla de día largo, densidad de plantación, *Allium cepa* L., riego.

¹Recepción de originales: 8 de agosto de 2001.

²Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Agropecuaria La Consulta, CC: 8 (5567), Mendoza, Argentina. E-mail: vlipinski@mendoza.inta.gov.ar

³Universidad Nacional de Cuyo, Facultad de Ciencias Agrarias. Alte Brown 500 (5505), Chacras de Coria, Mendoza, Argentina. E-mail: sgaviola@fca.uncu.edu.ar *Autor para correspondencia.

INTRODUCCIÓN

La provincia de Mendoza, Argentina, con aproximadamente 2.100 ha plantadas de cebolla (*Allium cepa* L.) durante la temporada 1999/2000, aportó 12% a la producción nacional, cuyos volúmenes fueron 550.000 t (IDR, 2001). En Mendoza se está produciendo un significativo cambio en las técnicas de manejo del riego, aumentando en los últimos años los sistemas de riego presurizado. Informes del Instituto Nacional del Agua y del Ambiente indican que 81,3% de la superficie bajo riego presurizado en la provincia, corresponde a sistemas de riego localizado. Entre los cultivos y grupos de cultivos bajo estos sistemas se destacan: frutales (29%), vid (21%), hortalizas (8%), otros cultivos (5%), cereales y pasturas (4%) y olivos (2%). La horticultura en Mendoza ocupa cerca de 39.000 ha (Censo Hortícola 1998/99), y en importancia es la tercera actividad agrícola de la provincia, después de la actividad vitícola y la frutícola. En ese período censado la cebolla ocupó 14% del valor promedio de la producción hortícola de la provincia, con un rendimiento promedio provincial de 20 t ha⁻¹, valor bajo la media nacional.

Los sistemas de riego localizados suponen una contribución al mejoramiento de la eficiencia del manejo del agua de riego, y además permiten la introducción de la fertirrigación. El empleo adecuado de todos los recursos tecnológicos disponibles en riego deben complementarse con la optimización de otros factores de producción, de modo de incrementar la producción y la rentabilidad de la agricultura intensiva regada, ya que esta tecnología supone importantes inversiones de instalación. Uno de los factores que el productor puede manejar con este fin es la densidad de plantación.

En Argentina en general, y en Mendoza en particular, hay pocos antecedentes sobre estudios del efecto de distintas densidades de plantación sobre el rendimiento de cultivares de cebolla de día largo en condiciones de riego por goteo. Por otra parte, diversos investigadores (Luayza *et al.*,

1984; Mondal *et al.*, 1986; Gaviola, 1997) han evaluado el factor densidad de plantación en cebolla y han aportado antecedentes significativos sobre la producción de bulbos y semilla en condiciones de riego superficial. Los antecedentes relacionados con el riego de cebolla indican, en general, que este cultivo es muy sensible a la humedad del suelo, y que responde positivamente a umbrales altos de humedad (Lipinski, 1994; Chopade *et al.*, 1997; Gaviola *et al.*, 1998).

La cebolla tiene arraigamiento superficial, de manera que con distintas densidades de siembra se puede inducir, en determinados estados de crecimiento y desarrollo, una competencia diferencial por los nutrientes, el agua del suelo, la luz y el espacio físico. Por lo tanto, el rendimiento y la calidad del bulbo se verán afectados por el manejo de las densidades y el riego.

El objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto de diferentes densidades de plantación sobre el rendimiento y la calidad de cebolla de día largo cv. Cobriza INTA, bajo riego por goteo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante la temporada 1999/2000 se realizó un ensayo en el campo experimental del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental La Consulta (33°42' lat. Sur; 69°04' long. Oeste; 950 msnm), departamento de San Carlos, Mendoza, Argentina, en un suelo franco arenoso profundo Serie La Consulta (Typic Torrifluent). Las características físico-químicas del estrato superficial (0-30 cm) del suelo se presentan en el Cuadro 1.

En el ensayo se utilizó cebolla de día largo cv. Cobriza INTA bajo el sistema de cultivo almá-cigo-trasplante. Los tratamientos fueron cuatro densidades de plantación: 30 (D₃₀), 40 (D₄₀), 50 (D₅₀), y 60 (D₆₀) plantas m⁻² dispuestas en tresbolillo, en cuatro hileras sobre la cama en D₃₀, D₄₀ y D₅₀, y seis hileras para D₆₀. El diseño fue de bloques al azar con cuatro repeticiones. La cebolla fue trasplantada el 2 de septiembre a

camas de 0,50 m de ancho distanciadas 0,82 m de centro a centro. La unidad experimental fueron dos camas de 2 m de largo. La cinta de goteo (T-Tape 510-30, USA) fue colocada en el medio de la cama de siembra enterrada a 2 cm de profundidad, quedando igual número de hileras para cada lado. El caudal de la cinta, con orificios a 30 cm, fue de aproximadamente $2,7 \text{ L m}^{-1} \text{ h}^{-1}$. La fertirrigación fue programada para aplicar 150 kg N ha^{-1} y 30 kg P ha^{-1} según el detalle que se presenta en el Cuadro 2. El N fue aplicado como urea (46% de N) y el P como ácido fosfórico (25% de P, densidad 1,632). Durante el crecimiento del cultivo se realizaron controles de malezas mediante herbicida (ioxinil minidosis 400 mL ha^{-1}), y aplicaciones foliares de insecticida (lambdacihalotrina $30 \text{ mL } 100 \text{ L}^{-1}$) y fungicida (zineb $250 \text{ g } 100 \text{ L}^{-1}$) para el control de trips (*Thrips tabaci* L.) y hongos, respectivamente.

La evapotranspiración calculada del cultivo (ETc, mm) fue determinada sobre la base de la evaporación de bandeja (tanque) "A" instalado en el campo experimental, afectada por el coefi-

ciente de bandeja (kp: 0,75) y el coeficiente del cultivo (kc) que varió entre 0,40 y 1,20 (Gaviola *et al.*, 1998) a lo largo de la temporada. En el Cuadro 3 se presentan las sumas de la evaporación del tanque A (EB, mm), la evapotranspiración calculada del cultivo (ETc, mm), la lámina de riego incorporada (dr, mm), la precipitación efectiva (PPE, mm), número de riegos (NR), los promedios de los coeficientes del cultivo (K_c), y el potencial del agua del suelo (W_s , kPa), determinado con sensor Watermark (Irrometer, Riverside, USA), por períodos de diez días y por mes durante la temporada de cultivo. La precipitación efectiva se calculó como el producto de la precipitación registrada por un factor empírico para la zona, de acuerdo al tipo de lluvia.

La cosecha se realizó el 17 de enero de 2000, cuando entre 70 y 80% de las plantas comenzaron a presentar un debilitamiento y curvatura de las hojas en la zona del falso tallo. Las plantas de cada parcela fueron colocadas en bolsas separadas según la hilera y colgadas para su secado bajo techo. A los 60 días se procedió a su limpieza,

Cuadro 1. Caracterización físico-química del suelo Serie La Consulta, Mendoza, Argentina.

Table 1. Physical-chemical characterization of soil Series La Consulta, Mendoza, Argentina.

PH pasta	CE _{es} dS m ⁻¹	Ca me L ⁻¹	Mg me L ⁻¹	K me L ⁻¹	NO ₃ ⁻ Micro Kjeldahl µg g ⁻¹	Nitrógeno total, µg g ⁻¹	Fósforo CO ₂ 1:10 µg g ⁻¹	Potasio interc. µg g ⁻¹	Materia orgánica %	C/N
7,5	3,5	27,3	7,8	0,7	8,5	700	5,4	273	1,25	10,4

Fuente: Laboratorio de Suelo de la Cátedra de Edafología, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo.

Cuadro 2. Distribución de las dosis (kg ha⁻¹) de N y P aplicadas por fertirrigación durante el ensayo de cebolla cv. Cobriza INTA.

Table 2. Fertigation schedule of N and P (kg ha⁻¹) applied during the assay with onion cv. Cobriza INTA.

	Fechas								Total
	15/9	22/9	29/9	5/10	12/10	19/10	26/10	2/11	
N, kg ha ⁻¹	10	14	18	18	20	20	25	25	150
P, kg ha ⁻¹	5	5	4	4	3	3	3	3	30

Cuadro 3. Sumas de la evaporación del tanque "A" (EB), evapotranspiración calculada (ET_c), lámina de riego incorporada (d_r), precipitación efectiva (PPE) y número de riegos (NR), promedios de coeficientes del cultivo (K_c) y potencial del suelo (W_g), por período de 10 días y por mes durante la temporada de cultivo de cebolla cv. Cobriza INTA

Table 3. Accumulated evaporation of class "A" pan (EB), calculated crop evapotranspiration (ET_c), incorporated depth of water (d_r), effective precipitation (PPE), number of waterings (NR), average crop coefficient (K_c), and soil matrix potential (W_g), by ten day periods and by month during the onion cv. Cobriza INTA season

Mes	Decena	EB (mm)	K _c	ET _c (mm)	d _r (mm)	PPE (mm)	W _g (k Pa)	NR
Septiembre	1	28,20	0,40	8,55	29,53	0,0	15,00	4
	2	49,00	0,43	15,68	17,86	0,0	15,50	2
	3	40,40	0,48	14,35	24,97	19,4	15,50	3
Octubre	1	28,20	0,52	11,19	10,59	10,8	12,67	1
	2	46,00	0,61	21,17	24,36	9,9	12,57	3
	3	59,00	0,71	31,09	38,87	23,0	16,40	4
Noviembre	1	43,80	0,81	26,61	36,97	1,4	11,29	4
	2	62,50	0,91	42,15	35,88	30,5	15,25	4
	3	65,50	1,01	49,71	52,48	0,0	25,86	5
Diciembre	1	66,60	1,10	54,89	49,62	24,0	23,57	5
	2	51,02	1,15	44,26	39,11	39,2	12,00	4
	3	65,60	1,20	59,10	59,43	4,4	11,56	7
Enero	1	63,10	1,03	48,24	21,45	16,8	12,43	3
	2	56,40	0,83	34,99	7,23	17,2	10,50	1
Total		725,32	0,80	461,99	448,35	196,5	15,01	50

eliminación de restos de parte aérea y raíces, pesado y calibrado. En el peso total por parcela se diferenciaron los bulbos: sanos (BS) (calibres 3 (C₃) <4,5 cm; calibre 5 (C₅) 4,6-6,5 cm; calibre 7 (C₇) 6,6-8,5 cm, y calibre 9 (C₉) >8,6 cm), los bulbos comerciales (BC) mayores a 4,5 cm (calibres 5, 7 y 9) y los anormales (BA). Con respecto a los bulbos anormales se diferenciaron las siguientes categorías: podridos (P), deformes (D), color diferente al de la variedad (Co), dobles (Do) y con emisión de escapo floral o "bolting" (FI).

Los datos se analizaron estadísticamente con el programa SAS (SAS Institute, 1988), aplicando el análisis de varianza y de regresión, ajustándose un modelo de respuesta lineal-meseta en el caso

de rendimiento total (RT) (Jauregui y Sain 1992), y se efectuó comparación de medias con el test de Duncan a 0,05% de probabilidad. No se detectó falta de normalidad en la población de datos por medio del test de Shapiro y Wilk (1965).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el cultivo se realizaron 50 riegos con una lámina total de 450 mm, que sumada a las precipitaciones efectivas ocurridas en la temporada, totalizaron una aplicación de agua al suelo de aproximadamente 650 mm. El potencial de agua del suelo (PAS) se mantuvo entre -10 kPa y -25 kPa (Cuadro 3). La relación entre el agua de riego incorporada (d_r) y la evapotranspiración calculada (ET_c) fue de 0,97. Gaviola *et al.*

(1998), en un ensayo con cebolla Southport White Globe, en la misma estación experimental obtuvieron los máximos rendimientos (40 t ha^{-1}) con aplicaciones de 610 mm de lámina, pero con riego por superficie. Chopade *et al.* (1998) determinaron en sus condiciones edafoclimáticas, en un ensayo de cebolla cv. Local White, que el requerimiento anual de agua a través del riego por goteo fue 462 mm, y con estas láminas obtuvieron rendimientos de casi 50 t ha^{-1} . Shock *et al.* (2000), en un ensayo de diferentes PAS con riego por goteo y con un cultivar de cebolla de día largo, obtuvieron los máximos rendimientos cuando el PAS se mantuvo durante toda la temporada entre -10 kPa y -20 kPa.

El rendimiento total se ajustó a un modelo de respuesta lineal-meseta, aumentando en forma lineal hasta D_{50} (Figura 1). Este resultado sería coincidente con lo consignado por otros autores respecto a este efecto (Brewster, 1990; Herison

et al., 1993; Rizk, 1997; Narayanann, *et al.* 1998). El incremento de rendimiento entre 30 a 50 plantas m^{-2} fue de 38%, mientras que de 50 a 60 plantas m^{-2} fue sólo de 1%. Estos resultados coinciden con los de Villagrán y Escaff (1982), quienes determinaron como densidad óptima 50 plantas m^{-2} para lograr los mayores rendimientos para los cultivares usados por ellos.

Se determinó que la población inicial de plantas se redujo a la cosecha en 3,1; 3,9; 1,5 y 7,9%, para los tratamientos D_{30} , D_{40} , D_{50} y D_{60} , respectivamente (Cuadro 4). Si bien las mayores pérdidas de plantas entre trasplante y cosecha se produjeron con la máxima densidad, estas reducciones fueron notablemente inferiores a las mencionadas por Luayza *et al.* (1984), quienes con siembra directa de semillas del cultivar Valcatorce INTA y en condiciones de riego superficial, donde las reducciones entre siembra y cosecha oscilaron entre 34 y 80%.

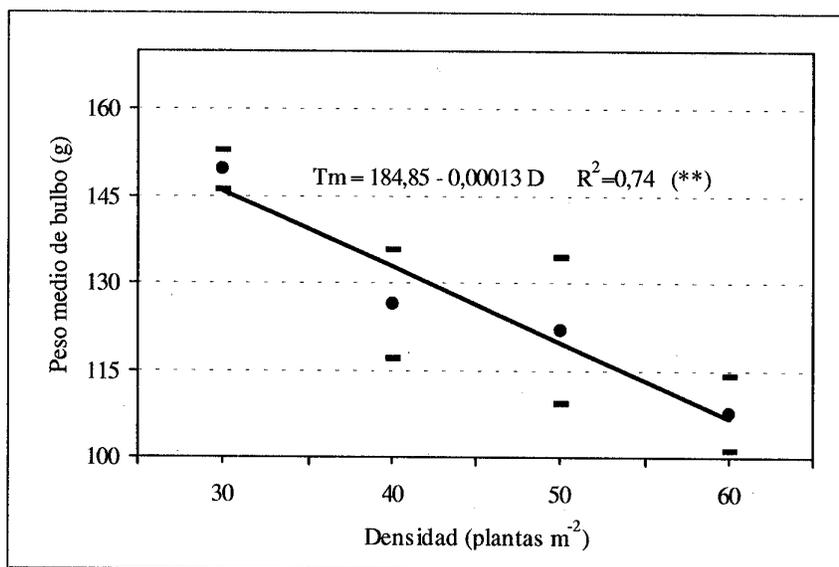


Figura 1. Efecto de la densidad de plantación (plantas m^{-2}) sobre el rendimiento total (t ha^{-1}) de cebolla cv. Cobriza INTA.

Figure 1. The effect of planting density (plants m^{-2}) on the total yield (t ha^{-1}) of onions cv. Cobriza INTA.

Las rayas indican los límites de confianza para 95%; línea continua es la recta de regresión.

Cuadro 4. Efecto de la densidad de plantación sobre el número final de bulbos cosechados por parcela (plantas ha⁻¹), cantidad de bulbos sanos (BS) en kg ha⁻¹, bulbos sanos comerciales (BC) en kg ha⁻¹ que comprenden los bulbos sanos mayores de 4,5 cm de diámetro, y el peso (g) promedio de los bulbos según categorías (C₃: < 4,5 cm; C₅: 4,6-6,5 cm; C₇: 6,6-8,5 cm, y C₉: > 8,5 cm) de cebolla cv. Cobriza INTA

Tabla 4. Effect of plant density on the final number of bulbs harvested by plot (plants ha⁻¹), yield of healthy bulbs (BS) in kg·ha⁻¹, healthy commercial bulbs (BC) in kg·ha⁻¹ including bulbs larger than 4,5 cm of diameter, and the average weight (g) of the bulbs according to grading (C3: < 4,5 cm; C5: 4,6-6,5 cm; C7: 6,6-8,5 cm and C9: > 8,5 cm) of the onion cv. Cobriza INTA

	Plantas a cosecha plantas ha ⁻¹	BS kg ha ⁻¹	BC kg ha ⁻¹	g			
				C3	C5	C7	C9
D ₃₀	290.909 d	31.818 ab	31.672 a	32,20 a	94,99 a	182,6 a	278,65
D ₄₀	384.848 c	27.910 b	27.910 a	-	98,79 a	162,7 b	270,20
D ₅₀	492.424 b	39.399 a	38.535 a	42,91 a	99,24 a	163,0 b	296,20
D ₆₀	556.061 a	40.370 a	39.092 a	39,85 a	97,17 a	160,5 b	-
CV (%)	4,39	19,13	19,52	12,92	5,57	3,66	

Letras distintas representan diferencias significativas al 5% según prueba de comparación múltiple de Duncan. CV (%): coeficiente de variabilidad.

El porcentaje de bulbos sanos comerciales sobre el total de bulbos cosechados, que se interpretó como relación importante desde el punto de vista económico y de calidad, para las densidades D₃₀, D₄₀, D₅₀ y D₆₀, fue de 72; 57; 64; y 65%, respectivamente. En general los calibres 3, es decir, los sanos no comerciales, se presentaron en una proporción entre 1,5 y 5,7% en los diferentes tratamientos.

El peso medio de los bulbos de cada calibre y entre las distintas densidades (Cuadro 4) no dieron diferencias entre tratamientos, salvo para el calibre 7 donde en la D₃₀ el peso de los bulbos fue 12% mayor que el resto. El peso promedio según los diferentes calibres fue: 38 (C3); 97,5 (C5), 167 (C7) y 281 g (C9).

En la Figura 2 se observa que a medida que aumentó la densidad de plantación se presentó una tendencia al aumento del porcentaje de calibres 3 y 5, y disminución de los calibres 7 y 9. Este efecto es coincidente con lo consignado por otros autores (Villagrán y Escaff, 1982; Herison *et al.*, 1993). Es importante destacar que con den-

sidades de plantación de 300.000 plantas ha⁻¹ (D₃₀) se obtuvo un alto porcentaje (60%) de bulbos de calibre 7.

El peso medio de bulbos totales, obtenido del cociente entre el peso y el número de bulbos por parcela, disminuyó con el incremento de densidad (Figura 3). El porcentaje en peso de las diferentes categorías de bulbos anormales, con respecto al total de bulbos cosechados, se presenta en el Cuadro 5. Se estima que las diferencias estadísticamente significativas en el porcentaje de bulbos podridos entre tratamientos fueron motivados por un ataque de botritis (*Botrytis allii* M.) ocasionado por las condiciones climáticas anormalmente húmedas de la temporada y por lluvias prolongadas antes de la cosecha (Cuadro 3), y por lo tanto, tienen poca correspondencia con los tratamientos. En el caso de los deformes, éstos disminuyeron significativamente en el tratamiento D₃₀, probablemente debido a una menor competencia entre las plantas.

En relación con la evaluación de rendimiento de acuerdo a la posición de las plantas respecto de

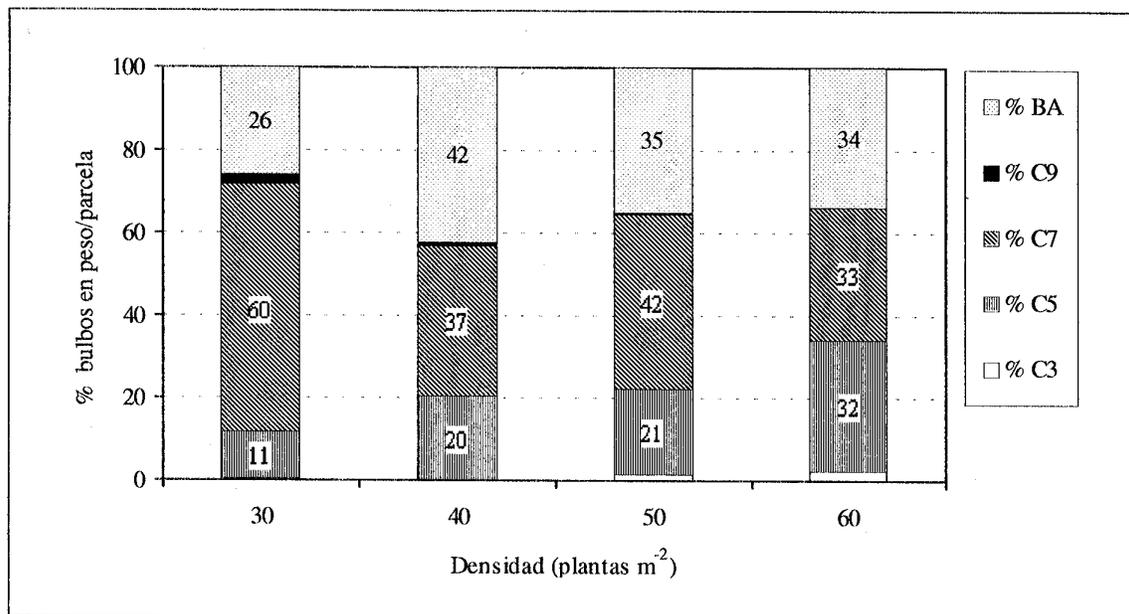


Figura 2. Porcentaje en peso de bulbos por calibres (C3, C5, C7, y C9) y de bulbos anormales (BA) según la densidad de plantación de cebolla cv. Cobriza INTA.

Figure 2. Percentage of bulb weight (g) according to grading categories (C3, C5, C7, and C9) and abnormal bulbs (BA) according to plant density in onions cv. Cobriza INTA.

C3: < 4,5 cm; C5: 4,5-6,5 cm; C7: 6,5-8,5 cm and C9: > 8,5 cm.

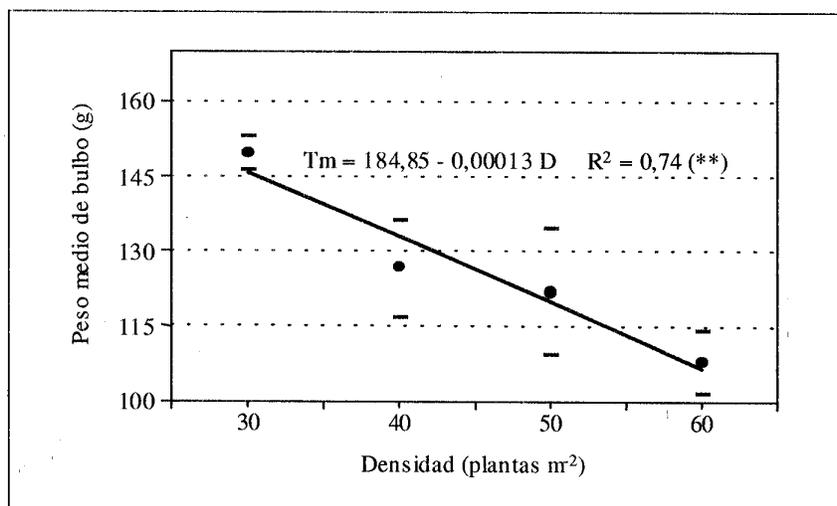


Figura 3. Efecto de la densidad de plantación (plantas m⁻²) sobre el peso medio total (g) de bulbos de cebolla cv. Cobriza INTA.

Figure 3. The effect of plant density (plants m⁻²) on mean total bulb weight in onions cv. Cobriza INTA.

Las rayas indican los límites de confianza para 95% y la línea continua es la recta de regresión.

Cuadro 5. Porcentaje (%) del peso de bulbos anormales en cebolla cv. Cobriza INTA obtenidos con los diferentes tratamientos (P: podridos; D: deformes; Co: con color diferente; Do: dobles; y Fl: florecidos)**Tabla 5. Percentage (%) of weight of abnormal bulbs in onion cv. Cobriza INTA obtained under the different treatments (P: rotten; D: deformed; Co: with different color; Do: double; and Fl: bolting plants)**

	P %	D %	Co %	Do %	Fl %
D ₃₀	12,26 b	4,65 b	8,44 a	0,00 a	0,78 a
D ₄₀	22,97 a	11,45 a	6,95 a	0,86 a	0,00 a
D ₅₀	20,27 ab	10,95 a	3,06 a	0,00 a	0,65 a
D ₆₀	11,48 b	12,95 a	8,87 a	0,19 a	0,06 a
CV(%)	37,94	37,37	54,92	21,51	28,51

Letras distintas representan diferencias significativas al 5% según prueba de comparación múltiple de Duncan. CV(%): coeficiente de variabilidad.

la línea de goteo, no hubo diferencias significativas entre líneas externas e internas. Antecedentes locales (Lipinski, 1994) relacionados con riego por superficie en cebolla, indican que este cultivo es muy sensible al estado de humedad del suelo debido a su sistema radicular poco extendido y que responde positivamente a contenidos hídricos cercanos a capacidad de campo.

CONCLUSIONES

Del presente ensayo se desprenden las siguientes conclusiones:

- El rendimiento total de bulbos de cebolla de día largo, cv. Cobriza INTA, se incrementó en forma lineal con el aumento de densidad hasta 50 plantas m⁻² y luego se mantuvo constante.

- Se obtuvo un rendimiento máximo de 60 t ha⁻¹ con la densidad de plantación de 50 plantas m⁻² y manejo de riego por goteo.
- Bajo un sistema de cultivo almácigo-trasplante y riego por goteo se constató que la población inicial de plantas se redujo a la cosecha entre 1,5 y 7,9% para los diferentes tratamientos.
- El peso promedio de los bulbos disminuyó al incrementarse la densidad de plantación.
- No se encontraron diferencias con respecto al rendimiento obtenido entre hileras externas o internas.

LITERATURA CITADA

- Brewster, J. 1990. The influence of cultural and environmental factors on the time of maturity of bulb onion crops. *Acta Hort.* 267:289-296.
- Censo Hortícola. 2001. Estadísticas Hortícolas Provinciales. Período Agrícola 98/99. 93 p. Instituto de Desarrollo Rural (IDR), Mendoza, Argentina.
- Chopade, S., P. Bansode, S. Hiwase, and R. Bhuyar. 1997. Effect of drip fertigation on physiological growth of onion. *Annals of Plant Physiology* 1: 45-48.
- Chopade, S., P. Bansode, and S. Shiwase. 1998. Studies fertilizer and water management to onion. *PKV Research Journal* 22:44-46.

- IDR. 2001. Caracterización del sector hortícola de Mendoza. 179 p. Instituto de Desarrollo Rural, Mendoza, Argentina.
- Gaviola, J.C. 1997. Efectos del método de producción sobre la calidad y el rendimiento de semillas de cebolla cv. Valcatorce INTA. 184 p. Tesis Master Science. Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Agronomía, Córdoba, Argentina
- Gaviola, S., V.M. Lipinski, y Cl. Galmarini. 1998. Efecto de diferentes regímenes de riego sobre cebolla para deshidratar. *Ciencia del Suelo* 16:115-118.
- Herison, C., J. Masabni, and B. Zandstra. 1993. Increasing seedling density, age and nitrogen fertilization increases onion yield. *HortScience* 28:23-25.
- Jauregui, M.A., and G.E. Sain. 1992. Continuous economic analysis of crop response to fertilizer in on-farm research. CIMMYT Economics Paper Nº 3. 74 p. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), México, D.F.
- Lipinski, V.M. 1994. Efecto del riego y la fertilización fosfatada sobre el rendimiento de cebolla. 158 p. Jornadas de actualización sobre el cultivo de cebolla, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, La Consulta, Argentina.
- Luayza, G.G., R.I. Palomo, y G. A. Orioli. 1984. Número óptimo de plantas a cosecha y coeficientes de supervivencia para el cálculo correcto de la densidad de siembra de cebolla (*Allium cepa* L.) en el Valle Inferior del río Colorado. p. 1-9. IX Reunión Nacional de la Asociación Latinoamericana de Horticultura, La Plata, Argentina.
- Mondal, M.F., J.L. Brewster, G.E. Morris, and H.A. Butler. 1986. Bulb development in onions (*Allium cepa* L.). I. Effects of plant density and sowing date in field conditions. *Ann. Bot. (London)* 58:187-195.
- Narayanann, R., D. Steele, and T. Scherer. 1998. Optimization of drip irrigation systems for alternative crops in North Dakota. 28 p. Paper Nº 982042. ASAE Annual International Meeting, Orlando, Florida, USA, 12-16 July, 1998. American Society of Agricultural Engineers (ASAE), Michigan, USA.
- Rizk, F. 1997. Productivity of onion plant (*Allium cepa* L.) as affected by method of planting and NPK application. *Egypt. J. of Hortic.* 24:219-238.
- SAS Institute. 1988. SAS/STAT User's guide. 1028 p. Version 6.06. SAS Institute, Cary, North Carolina, USA.
- Shapiro, S.S., and M.B. Wilk. 1965. An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika* 52:591-611.
- Shock, C., E. Feibert, and L. Saunders. 2000. Irrigation criteria for drip-irrigated onions. *Hort-Science* 35:63-66.
- Villagrán, M., and M. Escaff. 1982. Efecto de la densidad de plantas y la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento y calidad de bulbos de cebolla. *Agricultura Técnica (Chile)* 42:209-215.