

Efecto de la densidad de plantas y la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento y calidad de bulbos de cebolla¹

Effect of plant density and nitrogen fertilization on yield and quality in onions

Magdalena Villagrán C.²
Moisés Escaff G.²

SUMMARY

The trial was carried out at La Platina Experiment Station, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, located at the Metropolitan Region, during 1977–1978 season. The objectives were to determine the effect of plant density and nitrogen fertilization on yield and bulb size in onions, cv. Valenciana.

Populations of 266,666; 333,333; 400,000; 571,428 and 800,000 plants per hectare were used, in combination with nitrogen levels of 0, 30, 60, 90 and 120 kg/ha, as sodium nitrate.

No interaction was observed between plant density and nitrogen fertilization.

The marketable yield (ton/ha) in relation to plant density was fitted to a quadratic function, and the highest increment was found at 571,428 plants per hectare.

A lineal and positive response was found for yield to nitrogen levels, and the maximum yield was 16.6 per cent over the check.

The average weight of marketable bulbs decreased as plant density increased fitting a quadratic function, while bulb size increased with nitrogen level, fitting a lineal and positive function.

INTRODUCCION

Con el conocimiento y la adecuada utilización de técnicas de producción ya establecidas, se puede mejorar el rendimiento promedio y la calidad de los bulbos. Sin embargo, en Chile existen pocos antecedentes de

algunos factores importantes que podrían incrementar aún más la productividad en el cultivo de la cebolla. Uno de estos es la densidad de plantación y otro la fertilización nitrogenada.

Se ha calculado que los agricultores utilizan una densidad promedio de sólo 198.000 pl./ha (Krarup, 1975). Sobre este aspecto varios autores, entre ellos Jones y Mann (1963), Krarup (1975) y Giaconi (1976), han demostrado que la distancia de plantación tiene una marcada influencia, tanto en el tamaño del bulbo de cebolla como en la producción por superficie. Es así como Frappel (1973) encontró una

¹ Recepción de originales: 27 de agosto de 1981.

Parte de Tesis de Grado de Magdalena Villagrán C., para optar al título de Ingeniero Agrónomo, U. Católica de Valparaíso.

² Estación Experimental La Platina (INIA), Casilla 5427, Santiago, Chile.

máxima producción de bulbos comerciales, iguales o mayores a 50 mm de diámetro, con densidades menores de 70 plantas/m².

En cuanto a la fertilización con nitrógeno, en general se desconoce su efecto exacto, pero en estudios preliminares (Escaff y Aljaro, 1977), se obtuvieron resultados promisorios con relación a incrementos del rendimiento.

Por lo tanto, los objetivos de la presente investigación fueron determinar el efecto de la densidad de plantación y fertilización nitrogenada sobre el rendimiento y el tamaño de los bulbos de cebolla.

MATERIALES Y METODOS

La investigación se realizó durante la temporada de cultivo 1977/1978 en la Estación Experimental La Platina, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Región Metropolitana. En el ensayo se utilizó el cultivar Valenciana Corriente (origen La Platina), bajo el sistema de cultivo almácigo—trasplante.

El experimento se realizó bajo un diseño de bloques al azar, con una estructura factorial 5 x 5 y cuatro repeticiones.

Los tratamientos poblaciones estudiados fueron: 266.666; 333.333; 400.000; 571.428 y 800.000 pl./ha, lo que correspondió a variaciones de espaciamiento sobre la hilera de 15; 12; 10; 7 y 5 cm, respectivamente, y con una separación de 50 cm entre camellones, con dos hileras en cada uno de ellos, separadas a 25 cm.

Los tratamientos de fertilización nitrogenada estuvieron constituidos por cinco niveles: 0, 30, 60, 90 y 120 kg N/ha, aplicados como salitre sódico (16 por ciento de N), el cual se adicionó en banda sobre el surco, después de un riego, en dos parcialidades a los 10 y 30 días después del trasplante. También se adicionó superfosfato triple (47 por ciento de P₂O₅), en dosis de 90 kg de P₂O₅/ha, e incorporado con un rastraje sobre toda la superficie del ensayo, antes del trasplante.

El análisis de suelo previo al trasplante indicó un contenido de 14 ppm de N, 37 ppm de P, y 203 ppm de K, un pH 8,1 y una conductividad eléctrica de 0,9 mmhos/cm.

La siembra del almácigo se realizó el 22 de Junio de 1977 y entre el 25–28 de Octubre del mismo año la labor de trasplante, efectuándose la cosecha de bulbos a fines de febrero de 1978. Una vez curado los bulbos

(10 días al aire libre), se realizaron las siguientes mediciones:

– Determinación del rendimiento

Los bulbos se clasificaron en tres grupos: comerciales o exportables, con diámetro ecuatorial igual o superior a 45 mm; no—comerciales, inferiores a 45 mm y, por último, los bulbos de desecho. De la superficie cosechada (4 m²), se contaron y pesaron las cebollas, separadas según clasificación anterior.

– Rendimiento por diámetro ecuatorial

Para esta medición, los bulbos comerciales fueron clasificados por su diámetro ecuatorial, según las reglas dadas por el Instituto Nacional de Normalización.

– Peso promedio de los bulbos comerciales

RESULTADOS Y DISCUSION

En todas las variables medidas, no hubo interacción significativa entre los dos factores considerados, lo que indica que el nivel de N y la densidad de plantas se comportan como independientes.

1. Rendimiento expresado en número de bulbos por hectárea

Los resultados obtenidos se presentan en el Cuadro 1,

CUADRO 1. EFECTO DE LA DENSIDAD DE PLANTAS Y FERTILIZACION NITROGENADA EN EL RENDIMIENTO DE BULBOS COMERCIALES, NO COMERCIALES Y DESECHO, EXPRESADO EN MILES POR HECTAREA. ESTACION EXPERIMENTAL LA PLATINA. 1977/78

TABLE 1. Effect of plant density and nitrogen fertilization on onion yield, in 1,000 bulbs/ha (commercial or export, non commercial, and discarded bulbs)

Tratamiento	Comercial	No comercial	Desecho
Población/ha			
266.666	261,1	4,7	20,3
333.333	266,5	7,7	26,5
400.000	311,4	17,2	30,5
571.428	458,4	49,1	25,7
800.000	524,9	101,4	46,6
	**	**	**
Nitrógeno kg/ha			
0	342,6	40,4	41,9
30	351,9	42,0	27,6
60	348,2	33,1	27,1
90	363,0	33,6	25,2
120	370,6	31,1	27,8
	N.S.	N.S.	N.S.

**Significativo al 1%
N.S.: No significativo

donde se puede apreciar que existe un efecto estadísticamente significativo de la densidad de plantas sobre los rendimientos expresados en número, pero la fertilización no afectó significativamente a ninguna de las variables dependientes. El número de cebollas comerciales propiamente tales (las no-comerciales pueden llegar a serlo según las condiciones de mercado) aumentó con incrementos de los niveles poblacionales, de manera que los valores se ajustaron en forma aproximada a una función polinómica de tercer grado a través de una función cúbica (Figura 1).

El número total de bulbos de desecho aumentó al variar en forma creciente la densidad. Se observó una

disminución en esta variable, para aquellos tratamientos con niveles de N diferentes a cero (Cuadro 1).

En el Cuadro 2 se entrega la distribución porcentual para los diferentes grupos de bulbos. Se observa que con 800.000 pl./ha se produce un decremento en la categoría comercial y un incremento sustancial en las no comerciales. Esto podría indicar que esta densidad es excesiva para este cultivar y bajo las condiciones del experimento. En cuanto al porcentaje de desecho, éste es homogéneo para todas las densidades, lo cual podría atribuirse a una característica del cultivo.

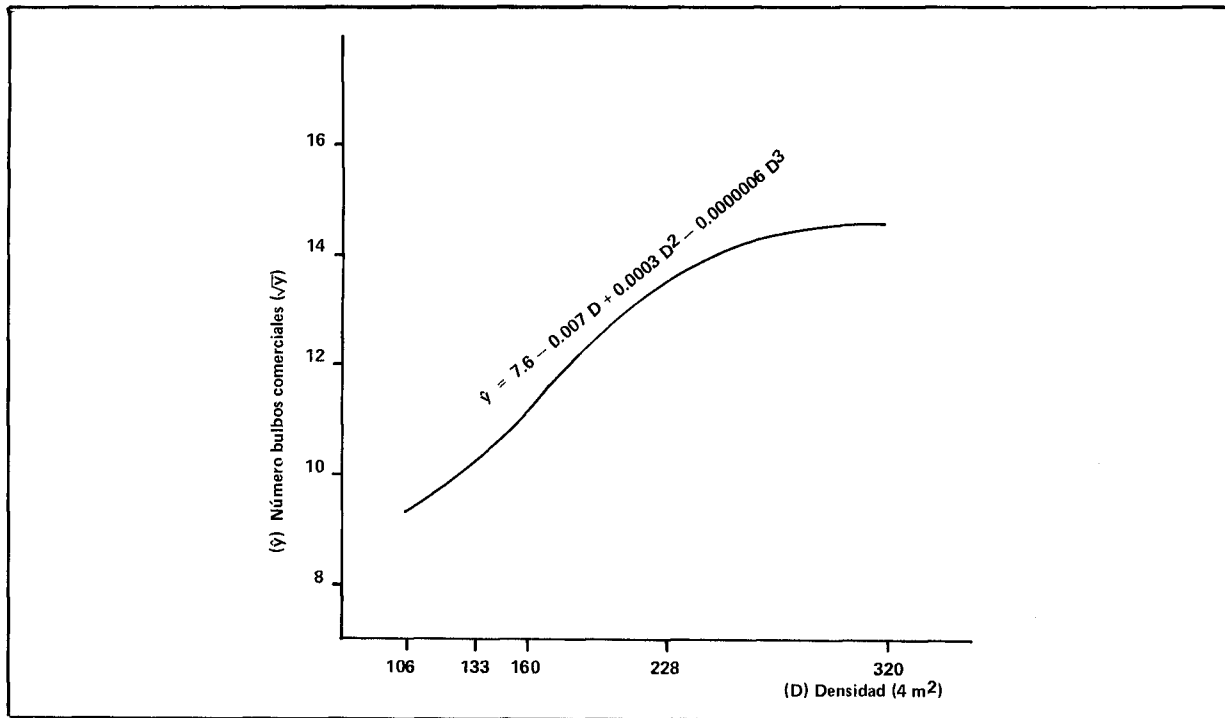


Figura 1. Efecto de la densidad de plantas (D) sobre el número de bulbos comerciales de cebolla (√ y).

Figure 1. Effect of plant density (D) on number of commercial onion bulbs (√ y).

CUADRO 2. EFECTO DE LA DENSIDAD DE PLANTAS EN EL PORCENTAJE DE BULBOS COMERCIALES, NO COMERCIALES Y DE DESECHO

TABLE 2. Effect of plant density in onion on percent of commercial or export, non commercial and discarded bulbs

Población teórica pl./ha	Población efectiva pl./ha	Porcentaje de bulbos		
		Comerciales	No comerciales	Desecho
266.666	241.000	89,63	1,95	8,42
333.333	300.700	88,63	2,56	8,81
400.000	359.100	86,72	4,79	8,49
571.428	533.200	85,97	9,21	4,82
800.000	677.900	78,01	15,07	6,93

Es importante destacar que, al incrementar la población de 400.000 a 571.000 pl./ha (42 por ciento de aumento), se logró el mayor incremento en el número de bulbos comerciales cosechados (47,2 por ciento). Sin embargo, al subir de 571.000 a 800.000 pl./ha (40 por ciento), este aumento se reflejó sólo en un 14,5 por ciento de incremento en bulbos comerciales, lo que se debería básicamente a una fuerte competencia intra-específica.

Estos resultados indicarían que la cebolla responde a los incrementos poblacionales, lo cual sería coincidente con lo señalado por los autores Bleasdale (1966), Eunus, Kamal y Shahiduzzamau (1976) y otros, quienes han demostrado este mismo efecto.

El número de bulbos no comerciales o menores de 45 mm de diámetro, aumentó en forma lineal, en relación a la densidad, hasta la máxima estudiada; la relación funcional fue:

$$\hat{y} = 1,24 + 0,023 D$$

donde:

\hat{y} = número estimado de bulbos no-comerciales, expresado como $x + \sqrt{0,5x}$; y

D = densidad

De este resultado y de acuerdo con Janick (1965), se podría inferir que en una población cada planta compite por determinados factores esenciales para el crecimiento, como espacio, nutrientes, luz y agua, por los que se produciría una mayor competencia, al aumentar el número de plantas por unidad de superficie, con la consiguiente disminución del tamaño de bulbo, hacia la clase no comercial.

2. Rendimiento de cebollas expresado en ton/ha

El rendimiento de las cebollas, comerciales y no comerciales, se presenta en el Cuadro 3.

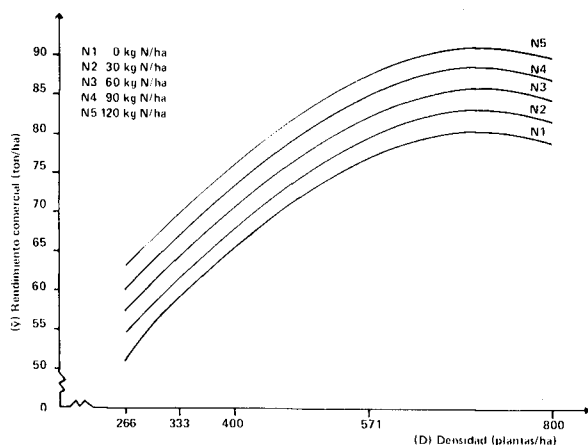


Figura 2. Efecto de la densidad de plantación (D) sobre el rendimiento de bulbos comerciales de cebolla.

Figure 2. Effect of plant density (D) on commercial onion bulbs yield.

En cuanto al rendimiento comercial, los valores encontrados tuvieron un ajuste cuadrático por efecto de incrementos de la población (Figura 2); este ajuste fue lineal y creciente con relación a los niveles de nitrógeno (Figura 3); la curva de respuesta conjunta fue:

$$\hat{y} = 1,77 + 0,20 D - 0,0004 D^2 + 0,04 N$$

CUADRO 3. EFECTO DE LA DENSIDAD DE PLANTAS Y FERTILIZACION NITROGENADA EN EL RENDIMIENTO (TON/HA) DE LAS CEBOLLAS COMERCIALES Y NO COMERCIALES. ESTACION EXPERIMENTAL LA PLATINA

TABLE 3. Effect of plant density and nitrogen fertilization on yield (ton/ha) of commercial or export and non commercial onion bulbs

Treatment	Comerciales	No comerciales
Población/ha	Toneladas/ha	
266.666	54,3	0,36
333.333	61,5	0,52
400.000	67,8	1,08
571.428	77,3	2,93
800.000	75,6	5,54
	**	**
Nitrógeno kg/ha	Toneladas/ha	
0	60,4	2,30
30	64,8	2,29
60	67,7	2,05
90	71,4	2,02
120	72,4	1,74
	**	N.S.

**Significativo al 1%

N.S.: No significativo

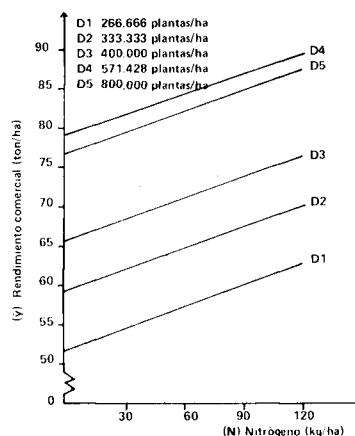


Figura 3. Efecto de la fertilización nitrogenada (N) sobre el rendimiento de bulbo comerciales de cebolla.

Figure 3. Effect of nitrogen fertilization (N) on commercial onion bulbs yield.

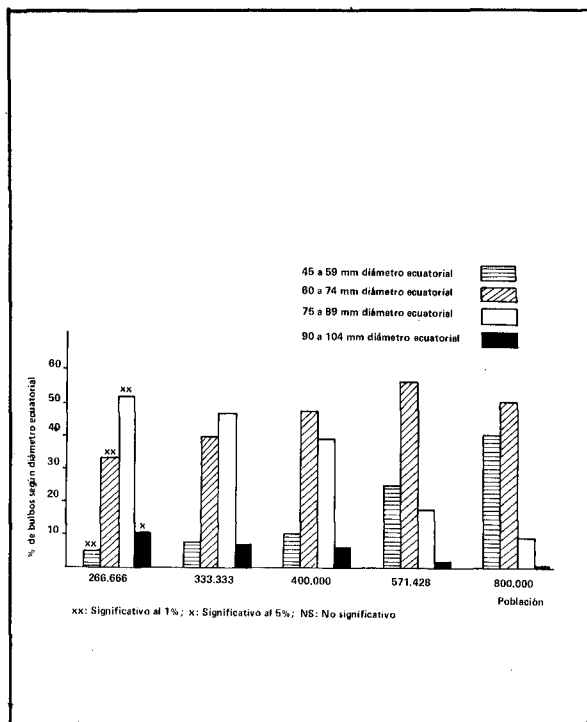


Figura 4. Efecto de la densidad de plantación (D) sobre el diámetro ecuatorial de bulbos de cebolla.

Figure 4. Effect of plant density (D) on the equatorial diameter of onion bulbs.

En dicha categoría se produjo un aumento del rendimiento hasta 571.428 pl./ha, pero por sobre esta densidad decreció levemente. Esta respuesta estaría de acuerdo con Janick (1965), Bleasdale (1966 y 1973) y Lucas (1970), quienes han indicado que el rendimiento se incrementa hasta alcanzar un cierto nivel poblacional, con el cual se obtiene el mayor beneficio económico. Es así que, Frappel (1973), Dowker y Fennel (1974) y Rogers (1977) han determinado, para los cultivares por ellos usados, que las densidades óptimas para lograr máximos rendimientos comerciales son 70 a 80 plantas/m².

En relación al rendimiento de bulbos de diámetro inferior a 45 mm, se encontró una relación significativa entre las diferentes poblaciones y los pesos correspondientes.

El efecto lineal y positivo del nitrógeno sobre el rendimiento en peso de las cebollas comerciales, confirma el estudio preliminar efectuado por Escaff y Aljaro (1977). También coincide con lo señalado por Paterson, Blackurst y Siddiqui (1980), Cervato y Barilli (1972), Pande y Mundra (1972) y Bottcher y Kol-

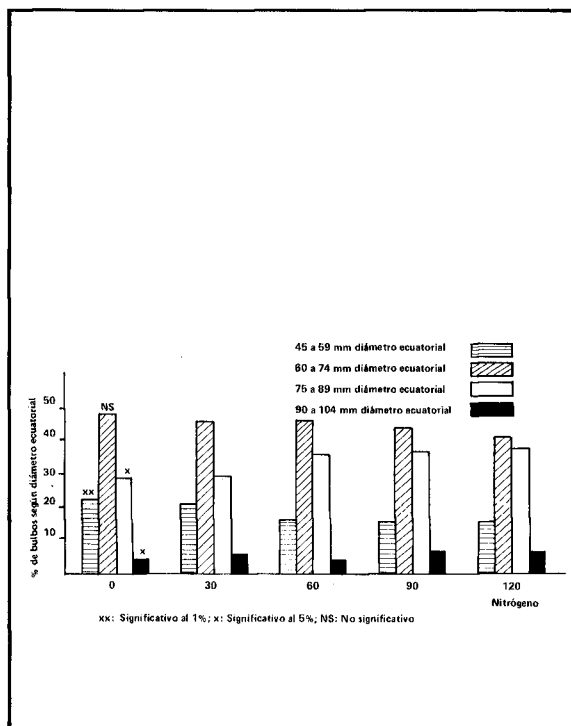


Figura 5. Efecto de la fertilización nitrogenada (N) sobre el diámetro ecuatorial de bulbos de cebolla.

Figure 5. Effect of nitrogen fertilization (N) on the equatorial diameter of onion bulbs.

be (1976), en el sentido que el cultivo de la cebolla responde a aplicaciones de nitrógeno (67 a 134 kg N/ha), cuando este elemento está presente en bajas proporciones en el suelo, antes de la plantación.

3. Rendimiento por diámetro ecuatorial

En las Figuras 4 y 5 se observa que los rangos 45 a 59 mm, 75 a 89 mm y 90 a 104 mm de diámetro ecuatorial fueron estadísticamente significativos al ser analizados a través de los niveles de los factores estudiados, pero el rango 60 a 74 mm sólo lo fue al variar los niveles poblacionales. Cabe indicar que hasta 400.000 pl./ha, el mayor porcentaje (81 a 83 por ciento) estuvo dado por cebollas con 60 a 89 mm de diámetro y que con las dos densidades más altas ensayadas, se obtuvo un 80 a 90 por ciento de bulbos con 45 a 74 mm. Hardie (1964) encontró un incremento del porcentaje de bulbos inferiores a 76 mm de diámetro al aumentar la densidad hasta 77 plantas/m².

Por otra parte, el nitrógeno hasta 120 kg/ha, influiría en aumentar el diámetro de los bulbos, ya que se incrementó el porcentaje de los bulbos superiores a 74 mm, con respecto al testigo.

4. Peso promedio de los bulbos comerciales

En el Cuadro 4 se observa la significación de esta variable dependiente al cambiar los niveles de los factores densidad de plantas y nitrógeno; la relación funcional entre el peso promedio de los bulbos comerciales y los factores mencionados fue:

$$\hat{y} = 355,65 - 1,2625 D + 0,00173 D^2 + 0,00173 N$$

CUADRO 4. EFECTO DE LA DENSIDAD DE PLANTAS Y FERTILIZACION NITROGENADA SOBRE EL PESO PROMEDIO DEL BULBO COMERCIAL. ESTACION EXPERIMENTAL LA PLATINA, 1977/1978

TABLE 3. Effect of plant density and nitrogen fertilization on average weight of commercial or export onion bulbs

Tratamiento	Peso promedio bulbo comercial
Población/ha	g
266.666	252,8
333.333	231,7
400.000	216,5
571.428	168,2
800.000	144,0
Nitrógeno kg/ha	g
0	186,4
30	197,0
60	203,6
90	213,3
120	212,8
	**

**Significativo al 1%

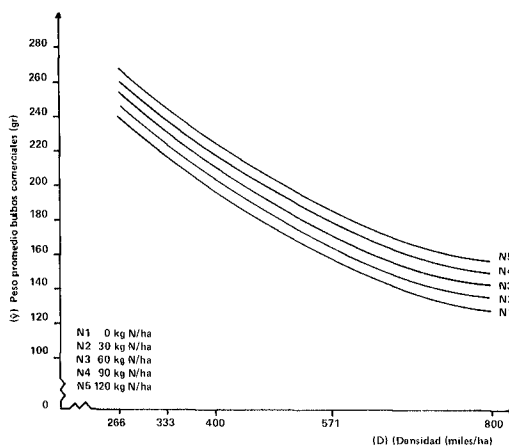


Figura 6. Efecto de la densidad de plantación (D) sobre el peso promedio de los bulbos comerciales de cebolla.

Figure 6. Effect of plant density (D) on the average weight of commercial onion bulbs.

La respuesta a la densidad es decreciente y de función cuadrática (Figura 6), donde el peso promedio disminuye en forma pronunciada hasta el nivel 571.428 pl./ha; los valores observados se ajustaron de forma lineal hasta la máxima dosis de nitrógeno ensayada (Figura 7), produciéndose un 12,4 por ciento de incremento con respecto al tratamiento sin fertilizar.

CONCLUSIONES

Del presente ensayo se desprende las siguientes conclusiones:

- La densidad de plantas y fertilización nitrogenada afectaron en forma independiente a las variables medidas.
- Se encontró que sólo la densidad de plantas influyó de forma creciente sobre la variable número de bulbos cosechados.
- El rendimiento comercial de bulbos (ton/ha) se incrementó hasta un cierto nivel poblacional (571.428 pl./ha), para luego disminuir. El cultivo, bajo las condiciones de este experimento, respondería a dosis mayores de 120 kg N/ha, cuando el nivel en el suelo es igual o menor a 14 ppm.
- Tanto la población como el nitrógeno influyeron en la distribución de frecuencia de diámetro de las cebollas comerciales.
- El peso promedio de los bulbos comerciales disminuyó al incrementarse la densidad; pero aumentó en forma lineal, al agregarse nitrógeno desde 0 hasta 120 kg de N/ha.

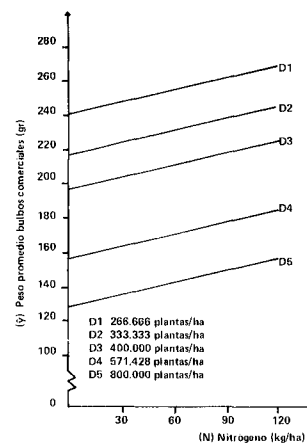


Figura 7. Efecto de la fertilización nitrogenada (N) sobre el peso promedio de los bulbos comerciales de cebolla.

Figure 7. Effect of nitrogen fertilization (N) on the average weight of commercial onion bulbs.

RESUMEN

La investigación se realizó en la Estación Experimental La Platina del Instituto de Investigaciones Agropecuarias, y sus objetivos fueron determinar el efecto de la densidad de plantación y fertilización nitrogenada sobre el rendimiento y el tamaño de los bulbos de cebolla cv. Valenciana.

Se estudiaron cinco niveles poblacionales y cinco niveles de nitrógeno, aplicados como salitre sódico en dos parcialidades, 10 y 30 días después del trasplante.

En este ensayo no se encontró interacción entre los dos factores estudiados. El número de bulbos comerciales (mayores de 45 mm de diámetro) aumentó con la densidad de plantación a través de una función cúbica, pero la fertilización no la afectó.

El rendimiento comercial (ton/ha) se ajustó a una función cuadrática, obteniéndose el mayor rendimiento al elevar la densidad hasta 571.428 pl./ha, lo que correspondió a 77,3 ton/ha.

El nitrógeno afectó de forma lineal y creciente el rendimiento de cebollas comerciales, donde la máxima dosis de 120 kg de N/ha rindió 72,4 ton/ha, lo que significó un 16,6 por ciento más que el testigo.

El peso promedio de las cebollas comerciales disminuyó, a través de una función cuadrática, al aumentar la población; pero se incrementó en forma lineal hasta 120 kg de N/ha.

LITERATURA CITADA

- BLEASDALE, A.K.J. 1966. The effects of plant spacing on the yield of bulb onions (*Allium cepa* L.) grown from seed. *Journal Horticultural Science* 41: 145–153.
- BLEASDALE, A.K.J. 1973. Some problems and prospects in plant spacing. *Journal of the Royal Agricultural Society of England* 134: 89–100.
- BOTTCHER, H. and KOLBE, G. 1976. The effect of mineral fertilizers on the yield, quality and storage properties of onion. *Hort. Abst.* 38: 5761.
- CERVATO, A. and BARILLI, A. 1972. Results from five years of trials on fertilizing the onion cv. Dorate di Parma. *Hort. Abst.* 42: 7840.
- DOWKER, B.D. and FENNELL, J.F.M. 1974. Some responses to agronomic treatment of different genotypes of bulb onions, *Allium cepa* L. *Journal Horticultural Science* 49: 1–14.
- ESCAFF G., M. y ALJARO U., A. 1977. Estudio preliminar N–P, en cebolla tardía cv. Valenciana (*Allium cepa* L.). XXV Congreso de la Sociedad Americana de Ciencias Hortícolas, Quito, Ecuador. 65 p.
- EUNUS, M., KAMAL, A.M.A. and SHAHIDUZZAMAU, M. 1976. Effect of spacing and dry versus wet planting on the yield of onion (*Allium cepa* L.) *Hort. Abst.* 46: 3195.
- FRAPPEL, B.D. 1973. Plant spacing of onions. *Journal of Horticultural Science* 48: 19–28.
- GIACONI, M.V. 1976. Cultivo de Hortalizas. 3a ed. Santiago, Universitaria. 336 p.
- HARDIE, M. 1964. "King Size" onion not wanted on the local market. *Journal of the Agriculture Western Australia* 9(2): 65–67.
- JANICK, J. 1965. Horticultura Científica e Industrial. Zaragoza, España. Acribia. 176 p.
- JONES, A.H. and MANN, K.L. 1963. Onions and their allies. London, Leonard Hill (Books) Limited. 286 p.
- KRARUP H., C. 1975. Efectos de la población y distribución de plantas de cebolla cv. Valenciana. *Investigación Agrícola (Chile)* 1(2): 133–138.
- LUCAS, R.E. 1970. Onion spacing and population studies. Research Report, Michigan Agricultural Experiment Station, 115. 7 p.
- PANDE, G.G. and MUNDRA, R.S. 1972. Note on response of onion (*Allium cepa* L.) to varying levels of N, P and K. *Hort. Abst.* 42: 1353.
- PATERSON, R.D., BLACKURST, T. and SIDDIQUI, S.H. 1960. Some effects of nitrogen and phosphoric acid on premature seedstalk development, yield and composition of three onion varieties. *Proceedings American Society Horticultural Science* 75: 461–467.
- ROGERS, S.I. 1977. The influence of plant spacing on the frequency distribution of bulb and marketable yield of onion. *Journal of Horticultural Science* 53: 153–161.