



AJO NIEVE INTA DENSIDAD DE PLANTACIÓN Y FERTIRRIGACIÓN NITROGENADA

GARLIC NIEVE INTA PLANT DENSITY AND NITROGEN FERTIGATION

Víctor M. Lipinski¹
Silvia Gaviola²

Originales
Recepción: 27/06/2002
Aceptación: 09/06/2003

RESUMEN

Se estudió el efecto de tres densidades de plantación (20 (D_{20}), 30 (D_{30}) y 40 (D_{40}) plantas m^{-2}) y cinco dosis de fertilización nitrogenada (0 (N_0), 75 (N_{75}), 150 (N_{150}), 225 (N_{225}) y 300 (N_{300}) kg de N ha^{-1}), sobre el rendimiento y la calidad de ajo (*Allium sativum* L.) de la cultivar Nieve INTA (tipo blanco), bajo riego por goteo.

Se realizó un ensayo en el INTA La Consulta, Mendoza, Argentina, en un suelo Torrifluvente típico franco arenoso profundo (Soil Taxonomy). Se utilizaron cintas de riego por goteo T-Tape 508-30, colocadas en el medio de la cama de plantación con un caudal de 2.7 L $m^{-1} h^{-1}$. El máximo rendimiento (13 t ha^{-1}) de ajo seco y limpio se logró con una densidad de plantación de 40 plantas m^{-2} y con dosis de 225 kg N ha^{-1} . Las relaciones halladas entre los rendimientos de bulbos y las dosis de nitrógeno de 0, 75, 150, 225 y 300 kg N ha^{-1} fueron de tipo cuadrático ($P < 0.001$), con $r^2 = 0.89$; 0.91 y 0.84 para D_{20} , D_{30} y D_{40} , respectivamente. Se encontró diferencias significativas ($P < 0.05$), con respecto a rendimiento, entre líneas externas e internas de la cama de plantación en la densidad de 40 000 plantas ha^{-1} . La línea externa rindió más que la interna. Los porcentajes en peso de bulbos comerciales (C5+C6+C7) sobre el total de bulbos cosechados para las densidades D_{20} , D_{30} y D_{40} fueron de 80.1%; 66.7% y 56.1%, respectivamente.

ABSTRACT

The yield and the quality of garlic (*Allium sativum* L.) cv. Nieve INTA under different densities (20 (D_{20}), 30 (D_{30}) and 40 (D_{40}) plants m^{-2}) and doses of nitrogen fertilization (0 (N_0), 75 (N_{75}), 150 (N_{150}), 225 (N_{225}) and 300 (N_{300}) kg of N ha^{-1}) was evaluated under drip irrigation. The experiment was conducted at La Consulta Experimental Station on a Torrifluvent typic deep sandy loam soil (Soil Taxonomy).

The trial was conducted using drip irrigation with a T-Tape 508-30, in the middle of the sowing bed with a volume of 2.7 L $m^{-1} h^{-1}$. The highest yield (13 t ha^{-1}) was obtained with a density of plantation of 40 plants m^{-2} and with rate of 225 kg N ha^{-1} . The total yields were adjusted to nitrogen rates by a quadratic model highly significant ($P < 0.001$) with $r^2 = 0.89$; 0.91 and 0.84 for D_{20} , D_{30} and D_{40} , respectively. There were significant differences between yields of internal and external lines on D_{40} . The percentages of commercial bulbs (C5+C6+C7) with respect to total yield, were 80.1%, 66.7% and 56.1% for D_{20} , D_{30} and D_{40} respectively.

1 EEA La Consulta INTA. CC 8. (5567) La Consulta. Mendoza. Argentina.
vlipinski@mendoza.inta.gov.ar

2 Departamento de Ingeniería Agrícola. Facultad de Ciencias Agrarias. UNCuyo. Alte. Brown
N° 500. Chacras de Coria. Mendoza. Argentina. M5528AHB. sgaviola@fca.uncu.edu.ar

Palabras clave

Allium sativum L. • densidad de plantación • fertirrigación nitrogenada

Key words

Allium sativum L. • planting density • nitrogen fertigation

INTRODUCCIÓN

El sector hortícola aporta 12 % del valor del sector agrícola de la provincia de Mendoza (Argentina). El ajo representa la mitad de dicho porcentaje. La selección de técnicas eficientes de aplicación del nitrógeno como la fertirrigación y el manejo de una adecuada densidad de plantación pueden contribuir de manera significativa a mejorar la rentabilidad y sustentabilidad del sistema productivo de ajo. En la provincia de Mendoza menos del 2 % de aproximadamente 360 000 ha bajo riego cuenta con riego presurizado (7). Dicha superficie se está incrementando más rápidamente que el área bajo riego superficial y a pesar de que esta tecnología supone importantes inversiones de instalación, su contribución al mejoramiento de la eficiencia del uso de agua y fertilizantes es una ventaja que el productor evalúa.

El sistema radicular del ajo es de arraigamiento superficial y 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.

El efecto del nitrógeno sobre la producción de ajo ha sido extensamente estudiado a nivel del Cono Sur americano (1, 3, 4, 5, 8). Todos los resultados coinciden en la importancia de este nutrimento sobre la determinación del rendimiento total y calidad de bulbos. Sin embargo, las condiciones edafoclimáticas locales al igual que las de manejo del cultivo hacen necesario, para cada uno de los cultivares monoclonales argentinos, experimentar a fin de determinar las dosis y densidades de plantación que maximicen sus rendimientos.

Objetivo

Evaluar el efecto de diferentes densidades de plantación y dosis de fertilización nitrogenada, sobre el rendimiento y la calidad de ajo de la cultivar Nieve INTA (tipo blanco) bajo riego por goteo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se efectuó un ensayo durante el ciclo 2000 en el campo experimental del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), La Consulta, departamento de San Carlos, Mendoza (950 msnm; 33° S y 69° W), Argentina con ajo blanco, cultivar Nieve INTA. Los suelos de origen aluvial, de textura franco-arenosa, profundos (Torrifluente típico) tenían en los 30 cm superficiales: 4.68 dSm⁻¹ de conductividad eléctrica en el extracto de saturación; 689 mg kg⁻¹ de nitrógeno total; 5.81 mg kg⁻¹ de fósforo extraíble con agua carbonicada en relación 1:10; 356 mg kg⁻¹ de potasio intercambiable y pH 7.9.

Los ajos fueron plantados en camas de 0.80 m de fondo a fondo de surco, con cuatro hileras de plantas dispuestas en tres bolillos. Se utilizaron cintas de riego por goteo T-Tape 508-30, colocadas en el medio de la cama de siembra, con tres emisores por metro lineal, quedando dos hileras de plantas de cada lado. El caudal de la cinta con orificios a 30 cm era de aproximadamente 2.7 L m⁻¹ h⁻¹. Las parcelas principales del ensayo fueron de 1.64 m de ancho por 96 m de largo y las subparcelas de 1.64 por 2.50 m, totalizando 45. La plantación se realizó el 13/03/2000. Los dientes semillas fueron tratados previamente a la plantación para prevenir ataques de nemátodos y hongos (6).

Los tratamientos consistieron en tres densidades de plantación: (20(D₂₀), 30(D₃₀) y 40(D₄₀) plantas m⁻²) y cuatro dosis de nitrógeno (75(N₇₅), 150(N₁₅₀), 225(N₂₂₅) y 300(N₃₀₀) kg de N ha⁻¹ incorporadas como SolUAN (30 % N). Se adicionó además un tratamiento control sin nitrógeno. El diseño fue en parcelas divididas con tres repeticiones. Las fertirrigaciones se realizaron en el período 15/04/2000 - 31/05/2000 con el 25 % de las dosis de nitrógeno, y entre el 15/07/2000 y el 30/09/2000 con el 75 % restante. Los riegos fueron calculados sobre la base de la evaporación del tanque A afectado por el coeficiente de bandeja (kp: 0.75) y los coeficientes del cultivo (kc) que variaron entre 0.40 y 1.24. Se realizaron 62 riegos con una lámina total de 540 mm. Las precipitaciones registradas y las evapotranspiraciones calculadas del cultivo fueron 172.5 mm y 551 mm respectivamente (tabla 1).

La cosecha se realizó el 27/11/2000. A los 30 días después del secado se procedió a su limpieza, "desrame" y pesado para expresar los resultados en rendimiento total (RT) de bulbos secos y limpios. Se evaluó por separado el rendimiento en las hileras externas e internas de la cama de plantación. Luego, y con el objetivo de determinar la calidad comercial, se realizó el pesado y calibrado de los bulbos normales (C3:26-35 mm; C4:36-45 mm; C5:46-55 mm; C6:56-65 mm; C7:66-75 mm) y anormales (con defectos de forma y fuera de tipo). Los datos se analizaron estadísticamente con el programa SAS (9) aplicando el análisis de varianza y de regresión y comparación de medias con el test de Duncan (P < 0.05).

Tabla 1. Láminas de riego aplicadas, evapotranspiración y precipitaciones, ocurridas por mes, durante el ciclo del cultivo de ajo Nieve INTA.

	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Total
Lr (mm)	27.0	39.8	17.5	2.1	21.1	65.6	82.3	128.7	136.8	539.7
Eb (mm)	88.1	67.2	43.5	34.3	35.3	63.1	101.0	161.0	188.3	781.8
Etcalc (mm)	41.9	22.2	16.1	13.7	16.4	38.6	78.9	150.2	172.9	551.0
Kc	0.41	0.44	0.49	0.53	0.60	0.82	1.03	1.24	1.23	
Nr	10	4	2	2	2	6	8	14	14	62
Pp (mm)	3.2	39.6	28.8	34.0	18.8	0.0	3.8	29.6	14.8	172.5

Lr: lámina de riego

Eb: evaporación bruta del Tanque "A"

Etcalc: evapotranspiración calculada

Kc: coeficiente del cultivo

Nr: número de riegos

Pp: precipitación total

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El rendimiento total de bulbos de ajo fue afectado en forma altamente significativa ($P < 0.001$) por las dosis de nitrógeno y la densidad de plantación y en forma significativa ($P < 0.05$) para la interacción entre dichos factores (tabla 2).

Los datos consignados en la tabla 3 establecen los efectos de las interacciones de los tratamientos sobre el rendimiento total y sus diferencias entre medias. El máximo rendimiento (13 t ha^{-1}) se obtuvo con una densidad de plantación de 40 plantas m^{-2} y la dosis de 225 kg N ha^{-1} . Para la misma densidad de plantación el rendimiento se redujo a la mitad cuando no se aplicó nitrógeno en un suelo medianamente provisto de nitrógeno total (689 mg kg^{-1}) como fue el del ensayo (tabla 3).

Fuente de variación	Grado de libertad	F	P > F
N	4	79.96	0.0000
D	2	66.52	0.0000
N*D	8	3.07	0.0119

Tabla 2.

Análisis de la varianza para el rendimiento total de ajo Nieve INTA en función de la dosis de nitrógeno (N) y las densidades de plantación (D).

Tratamientos	RT(kg ha ⁻¹)	
D ₄₀ N ₂₂₅	12 913.40	a
D ₄₀ N ₃₀₀	12 524.60	a
D ₄₀ N ₁₅₀	12 146.30	ab
D ₃₀ N ₂₂₅	11 332.30	abc
D ₄₀ N ₇₅	11 315.20	abc
D ₃₀ N ₁₅₀	10 819.90	bdc
D ₃₀ N ₇₅	9 944.30	edc
D ₃₀ N ₃₀₀	9 606.30	ed
D ₂₀ N ₂₂₅	8 536.00	ef
D ₂₀ N ₁₅₀	7 804.70	f
D ₂₀ N ₃₀₀	7 768.10	f
D ₂₀ N ₇₅	7 417.90	gf
D ₄₀ N ₀	6 043.90	gh
D ₃₀ N ₀	5 264.60	h
D ₂₀ N ₀	4 943.30	h

Tabla 3.

Efecto de los tratamientos sobre el rendimiento total (RT) de ajo seco y limpio de ajo Nieve INTA

Letras distintas entre tratamientos indican diferencias significativas, $P < 0.05$ (Duncan)

En la tabla 4 (pág. 91) se presentan los parámetros de las ecuaciones de regresión ($y = a + bx - cx^2$) de los modelos polinomiales que se ajustaron relacionando rendimiento total (RT) y dosis de nitrógeno aplicado (N) para las tres densidades de plantación. En los tres casos los modelos ajustados altamente significativos ($P < 0.001$) fueron del tipo cuadráticos (figura 1, pág 91) y las dosis de nitrógeno que maximizan los rendimientos para las distintas densidades de plantación oscilaron entre 190 y 217 kg ha^{-1} . En todas las densidades se constató un efecto detrimental del rendimiento en la dosis de 300 kg ha^{-1} .

Tabla 4.

Parámetros de las ecuaciones de regresión de la relación entre el rendimiento total (y, kg ha⁻¹) y dosis de nitrógeno (x, kg ha⁻¹) para distintas densidades de plantación de ajo Nieve INTA.

	a	b	c	r ²	P < 0.001	DN _{max}
D ₂₀	5063.3	32.41	-0.0770	0.8897	***	210.5
D ₃₀	5495.5	63.71	-0.1678	0.9078	***	189.9
D ₄₀	6450.5	62.78	-0.1446	0.8437	***	217.1

(***) P < 0.001

DN_{max}: dosis de N (kg ha⁻¹) que maximiza el rendimiento

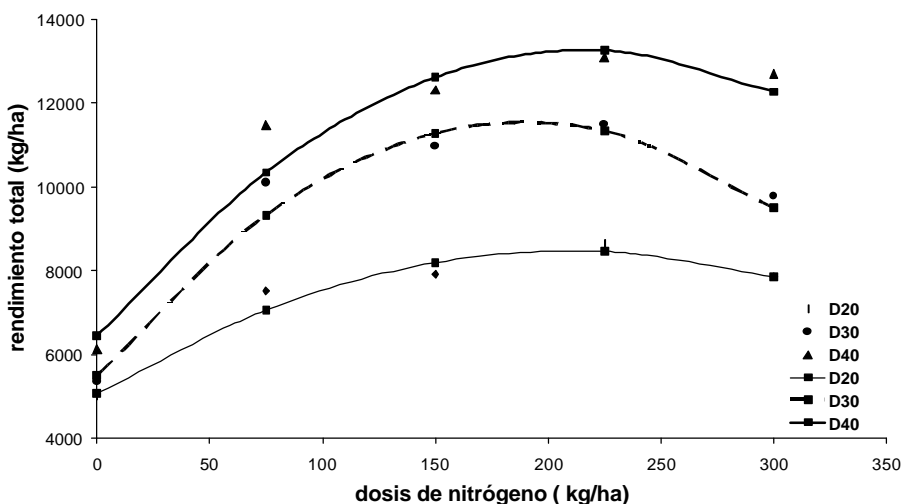


Figura 1.

Relación entre las dosis de nitrógeno y el rendimiento total de ajo Nieve INTA en tres densidades de plantación y sus modelos de ajuste cuadráticos.

Tabla 5.

Medias del rendimiento total de ajo Nieve INTA, en hileras externas e internas de la cama de plantación, bajo riego por goteo, en tres densidades de plantación

Densidades	D ₂₀		D ₃₀		D ₄₀	
	E	I	E	I	E	I
n	15	15	15	15	15	15
RT (t ha ⁻¹)	3.85	3.53	4.98	4.54	6.15	4.98
CV(%)	19	20.04	27.9	21.9	27.8	25.6
P < 0.05	0.2378		0.327		0.043	

D₂₀, D₃₀, D₄₀: 20, 30 y 40 plantas m⁻², respectivamente, (E) e (I) hileras externas e internas de la cama de plantación, n: número de parcelas; RT: rendimiento total, t ha⁻¹ (suma de las líneas externas e internas), CV(%): coeficiente de variación

Ensayos previos (5) con ajo blanco han determinado que durante los meses de agosto, setiembre y octubre se produce una significativa biomasa aérea. En este ensayo se ajustó el programa de fertirrigación en relación con este pico de demanda de nitrógeno de modo que las plantas tuviesen fotoasimilados suficientes para traslocar al bulbo cuando comienza la fase de bulbificación (2) que se produce a partir de octubre. Gaviola de Heras et. al. (3) determinaron que la mayor tasa de crecimiento de los bulbos de ajo tipo blanco se produce entre los 160 y 190 días después de brotación con un aumento del 78 % de su peso total en ese período.

En relación con la evaluación de rendimiento de acuerdo con la posición de las plantas respecto de la línea de goteo, los resultados muestran diferencias significativas ($P < 0.05$) sólo en la mayor densidad de plantación (40 plantas m^2) (tabla 5, pág. 91). La línea externa rindió más que la interna. Estos resultados podrían ser consecuencia de la mayor competencia, a altas densidades, por luz o espacio físico de las plantas de las líneas internas respecto de las externas y además probablemente por una mayor disponibilidad nitrogenada en la línea externa debido a un proceso de difusión del nitrógeno hacia la periferia del bulbo húmedo.

En las figuras 2 y 3 se presentan los porcentajes de bulbos por categorías. Se observa que en el tratamiento testigo sin fertilizar los calibres dominantes son el 3 y 4. De igual manera al aumentar la densidad de plantación los calibres 3 y 4 se incrementan a expensas de los calibres mayores. Estos resultados coinciden con los de Arboleya et al.(1) quienes determinaron, en ajo colorado con riego por goteo, que el aumento de densidad de plantación causó detrimentos considerables del calibre de bulbos. En muchos casos el precio del producto es proporcional al diámetro de los bulbos, por lo tanto, la obtención de un calibre mayor implica una mayor rentabilidad del cultivo respecto al aumento del rendimiento por sí mismo. Los porcentajes en peso de bulbos comerciales (C5+C6+C7) sobre el total de bulbos cosechados para las densidades D_{20} , D_{30} y D_{40} fueron de 80.1 %; 66.7 % y 56.1 %, respectivamente.

Porcentaje en peso de bulbos normales por calibre y anormales

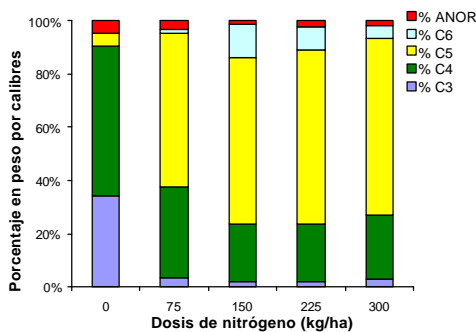


Figura 2. Según diferentes dosis de N, en ajo Nieve INTA y para una densidad de plantación de 40 plantas m^2

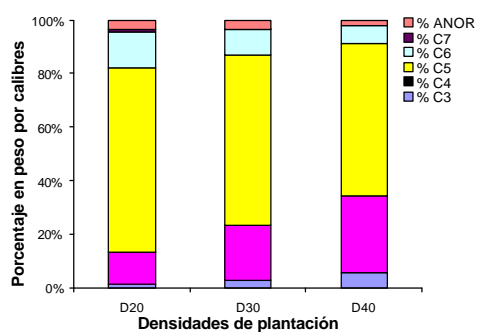


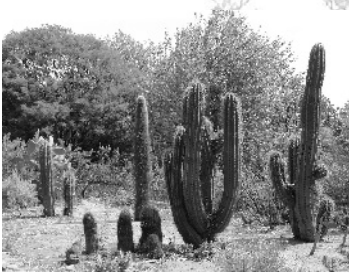
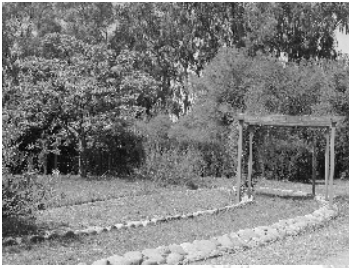
Figura 3. Según diferentes densidades de plantación en ajo Nieve INTA

CONCLUSIONES

- ❖ El máximo rendimiento (13 t ha^{-1}) de ajo Nieve INTA, con riego por goteo, se logró con una densidad de plantación de 40 plantas m^2 y con dosis de 225 kg N ha^{-1} .
- ❖ Las relaciones halladas entre los rendimientos de bulbos y las dosis de nitrógeno de 0, 75, 150, 225 y 300 kg N ha^{-1} fueron de tipo cuadrático, para cada una de las densidades estudiadas: 20, 30 y 40 plantas m^2 .
- ❖ En todas las densidades se constató un efecto detrimental del rendimiento en la dosis de 300 kg ha^{-1} .
- ❖ Se encontró diferencias significativas con respecto a rendimiento entre líneas externas e internas de la cama de plantación, en la densidad de $40 \text{ 000 plantas ha}^{-1}$. La línea externa rindió más que la interna.

BIBLIOGRAFÍA

1. Arboleya, J.; García, C. y Suárez, C. 1997. Experiencias de fertilización nitrogenada, riego y población de plantas de ajo en Uruguay. En: 50 Temas sobre Producción de Ajo. Ed. J. L. Burba. INTA La Consulta. Mendoza (Argentina). Vol. 3: 133-140.
2. Bertoni, G.; Morard, P.; Soubielle, C. y Llorens, J. M. 1992. Growth and nitrogen nutrition of garlic (*Allium sativum* L.) during bulb development. Scientia Horticulturae 50: 187-195.
3. Gaviola de Heras, S.; Filippini, M. F. y Lipinski, V. M. 1991. Ritmo de crecimiento y absorción de nutrimentos en ajo (*Allium sativum* L.). Efecto de la fertilización sobre componentes del rendimiento en los tipos blancos y colorados. I y II Curso Taller. pp. 105-112.
4. Lipinski, V. M. y Gaviola de Heras, S. 1995. Influencia del riego, la fertilización nitrogenada y el tamaño del diente sobre el rendimiento y calidad de ajo colorado. Revista Ciencia del Suelo. Vol. 13(2) : 80-84.
5. _____. 1999. Fuentes y dosis de nitrógeno en fertirrigación de ajo cv. Fuego-INTA. Horticultura Argentina 18 (44-45): 28-32.
6. Piccolo, R. J. 1993. Control de fitopatógenos en la semilla de ajo: estado actual y perspectivas futuras, En: Curso/Taller sobre producción, comercialización e industrialización de ajo (III, Mendoza). INTA Centro Regional Cuyo, pp. 93-105.
7. Rodríguez Plaza, L. A.; Morábito, J. A. y Atencio, A. L. 1999. Nivelación de suelos regadíos. Rev. Fac. Cs. Agrarias. UNCuyo. Tomo XXXI (1). pp.1-7.
8. Ruiz, S. R. 1985. Ritmo de absorción de nitrógeno y fósforo y respuesta a fertilizaciones NP en ajos. Agricultura Técnica 42 (2): 153-158.
9. SAS Institute. 1988. SAS/STAT User's guide. Versión 6.06. SAS Institute. Cary, North Carolina, USA 1028 p.



Jardín Botánico de Chacras de Coria

Ubicado en el campo experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias, UNCuyo, cumple en el 2003, 40 años de vida. Cuenta con 283 especies de 166 géneros pertenecientes a 59 familias de árboles y arbustos nativos y exóticos.

Fue concebido por la cátedra de Botánica Agrícola con un fin eminentemente didáctico para alumnos y visitantes. Asimismo es un área donde se llevan a cabo proyectos de investigación sobre la flora autóctona y las plantas cultivadas en Mendoza. Para el ordenamiento de sus componentes se ha seguido el Sistema Filogenético de Engler y Prantl en el que se tiene en cuenta la evolución y el parentesco de las plantas.

