

Nutrición nitrogenada, crecimiento y rendimiento de ajo (*Allium sativum* L.) en respuesta a la fertilización nitrogenada en el SE de Buenos Aires, Argentina

Saluzzo, J. A

RESUMEN

El genotipo y el ambiente pueden afectar la dinámica de la materia seca y N orgánico de la planta y del N mineral del suelo. El objetivo de este trabajo fue estudiar la respuesta del ajo tipo "colorado" a dosis de N y al año de cultivo, a través del N-NO₃ disponible en el suelo, N absorbido en planta, crecimiento, rendimiento y calidad de bulbos. La experiencia se realizó en 1994 y 1995 en Balcarce (Buenos Aires, Argentina), empleando 4 niveles de N entre 0 y 200 kg/ha. Durante el crecimiento del bulbo, se evidenciaron diferencias en el área foliar, materia seca total y del bulbo para las mismas dosis de N, según el año de cultivo. En cosecha el N total del cultivo fue afectado por las dosis de N, y presentó distinto valor máximo en 1994 (80 kg/ha) respecto de 1995 (93 kg/ha). La fertilización nitrogenada también modificó las concentraciones de N de la hoja y del bulbo cuyas respuestas fueron diferentes en cada ciclo de cultivo. El rendimiento de ajo respondió a la aplicación de N de forma similar en ambos años de la experiencia (con 100 kg N/ha produjo aproximadamente 6800 kg/ha). La producción de bulbos normales fue mayor en 1994 (97%) que en 1995 (90%).

Palabras clave: rendimiento de materia seca del bulbo, concentración de N en hoja, concentración de N en bulbo, área foliar, nitratos del suelo.

Saluzzo, J. A, 2003. Nitrogen nutrition, growth and yield of garlic (*Allium sativum* L.) as a response to nitrogen fertilization in the SE region of Buenos Aires, Argentina. Agriscientia XX: 53 - 60

SUMMARY

Both the genotype and the environment can affect the dynamics of plant dry matter, organic N and soil mineral N behaviour. The aim of this work was to study the response of "red" garlic to N doses and to the cultivation year in relation to N avai-

Fecha de recepción: 17/12/02; fecha de aceptación: 21/11/03

lable in the soil, to N absorbed by the plant, and to growth, yield and bulb quality. The trial was done in 1994 and 1995 at Balcarce (Buenos Aires, Argentina), with 4 N levels from 0 to 200 kg/ha. During the bulb growth period, the leaf area, bulb and total-dry matter showed to be different to similar N doses as related to the growth cycle. At harvest, the total N content of the garlic crop was modified by N doses and reached a different maximum value in 1994 (80 kg/ha) as compared to that of 1995 (93 kg/ha). Also, the N fertilization modified bulb and leaf N concentrations which responded differently to N applied at each growing cycle. Yield of garlic bulbs had a similar response to N applications in both years under experiment (100 kg N/ha yielded \approx 6800 kg/ha). The yield of normal bulbs was affected by N doses and it was higher in 1994 (97%) than in 1995 (90%).

Key words: yield of bulb dry matter, leaf N concentration, bulb N concentration, leaf area, soil nitrate.

J. A Saluzzo. Universidad Nacional de La Rioja, Sede Universitaria Chilecito, Cátedra de Horticultura. 9 de Julio 22, 5360 Chilecito, La Rioja. E-mail: saluzzoj@yahoo.com

INTRODUCCIÓN

El efecto del N sobre la producción de ajo ha sido ampliamente estudiado en el cono sur americano (Martinez *et al.*, 1980; Ruiz, 1985; Gaviola *et al.*, 1991; Lipinski *et al.*, 1995; Arbolea *et al.*, 1997; Lipinski y Gaviola, 1999). Todos los resultados coinciden en señalar la importancia de este nutriente sobre la determinación del rendimiento total y la calidad de los bulbos a cosecha. Sin embargo, por la heterogeneidad de las condiciones edáficas y climáticas, al igual que las de manejo de las experiencias, es necesario experimentar a nivel regional a fin de ajustar dosis y modalidad de aplicación.

Por otra parte, se ha analizado la dinámica de nutrientes en relación al crecimiento (Gaviola *et al.*, 1991; Bertoni *et al.*, 1992; Argüello *et al.*, 1994) en biotipos correspondientes a distintos grupos varietales (Burba, 1993). Sin embargo, son pocos los trabajos en los que se han estudiado los efectos de dosis de N sobre la producción de materia seca y absorción del N considerando la disponibilidad del N del suelo (Ruiz, 1985; Bowald, 1986). Esto es importante ya que los procesos involucrados en la dinámica de la materia seca y del N orgánico en la planta y del N mineral en el suelo están afectados principalmente por el genotipo y las condiciones del ambiente (suelo – clima).

Además, el efecto positivo de la fertilización nitrogenada sobre la producción de bulbos puede ser contrarrestado por la aparición de bulbos deformes (Buwalda, 1986; Gaviola *et al.*, 1991; Lipinski *et al.*, 1995). La deformación de los bulbos parece ser ocasionada por el aumento de la concentración del N

en los tejidos (Buwalda, 1986), aunque también por las bajas temperaturas antes o después de la plantación (Mann & Minges, 1958).

El presente trabajo tuvo por objetivo estudiar la respuesta del ajo tipo "colorado" a dosis de N y año de cultivo a través de la absorción de N en planta y nitratos en el suelo, crecimiento, rendimiento y calidad de bulbos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Condiciones generales

El ensayo se condujo en la E.E.A. INTA - Balcarce (Buenos Aires, Argentina), 37° 45' S y 58° 18' W. Los registros climáticos se obtuvieron en una estación meteorológica ubicada a 2000 m de la parcela experimental (Figura 1). La experiencia fue conducida en un suelo Argiudol típico, franco fino, illítico, térmico, pH 5,7 con 5,6% de materia orgánica y más de un metro de profundidad efectiva.

Los bulbillos fueron tratados con nematicida (fenamifos 0,15 l/100 L H₂O) y fungicidas (benomil y mancozeb, ambos a razón de 0,2 kg/100 L H₂O). La unidad experimental midió 3 m de largo por 2,25 m de ancho, conteniendo 3 hileras simples con plantas separadas a 0,09 m. Dos hileras de plantas rodearon el ensayo para controlar el efecto cultivo. El control de malezas y la eliminación de escapos florales se realizaron manualmente, y no hubo daños por efecto de plagas y enfermedades durante el ciclo de cultivo. El riego se efectuó cuando el agua disponible en el nivel superior del suelo (0,4 m) al-

canzó el 70% del agua utilizable.

Experimento.

El ajo tipo "colorado" se plantó el 8/6/94 y el 10/6/95. Los bulbillos, cuyos pesos medios fueron 3,9 g (1994) y 4,3 g (1995), se obtuvieron de bulbos de diámetro mayor a 4 cm. Se emplearon 4 niveles de N (0, 50, 100 y 200 kg/ha) dando lugar a 4 tratamientos con 4 repeticiones distribuidos en un diseño en bloques completos aleatorizados. A la siembra se agregó P₂O₅ (0-46-0) a razón de 100 kg/ha realizando la aplicación de N (46-0-0) a un costado de la línea de plantas en dos momentos: al estado de aparición de la tercera hoja de la planta y en la primera quincena de setiembre.

Durante el ciclo de crecimiento se extrajeron muestras de plantas a los 119, 137, 152, 166 y 188 días desde plantación (ddp) en 1994 y a los 117, 135, 150, 165 y 191 ddp en 1995. La última muestra corresponde a cosecha. La muestra de 5 plantas se fraccionó en parte aérea (vaina y lámina) y subterránea (sin las raíces) para determinar peso seco en estufa a 80 °C hasta peso constante. Las láminas de 3 plantas de cada tratamiento se usaron para medir el área foliar con un medidor de área foliar Li-Cor. Con la fracción subterránea se determinó el peso fresco y la relación diámetro del cuello y de la base (índice de bulbificación).

Por último, en 2 de las 5 extracciones de plantas (2ª y 5ª), la muestra seca se molió para hacer la determinación de N total absorbido por el método de Kjeldahl (Nelson & Sommers, 1973). Simultáneamente se extrajeron muestras de suelo hasta 0,30 m para la determinación de nitratos por el método colorimétrico del ácido fenol disulfónico (Laboratorio de Análisis de Suelos, EERA-INTA Balcarce).

Tabla 1: Nitratos del suelo hasta 0,30 m a inicio de formación del bulbo de ajo tipo "colorado" para 4 dosis de N y dos ciclos (años) (días desde plantación - ddp).

DOSIS	1994	1995
	----- mg/kg -----	
kg N/ha	152 ddp	150 ddp
0	3,0	5,5
50	7,5	32,9
100	15,9	52,4
200	34,4	51,8
D.M.S. ¹	10,0 ²	
Dosis	5,3	
Año	28	
Coef.Var.		

¹) Diferencia mínima significativa, prueba de Tukey $\alpha=0,05$.

²) Interacción DosisxAño significativa $P\leq 0,01$.

En el momento de cosecha se tomaron 20 plantas (10 de cada línea de plantas) y después de 55 días de almacenamiento, se determinó rendimiento final de ajo "seco" y limpio, distribución por diámetro ecuatorial mayor (calibre) y bulbos deformes ("pera", "dos pisos" y forma irregular) para cada uno de los tratamientos. La producción de bulbos normales se definió como: ((Número total - Número deformes)/ Número total) x 100. El rendimiento comercial se estableció con la fracción de bulbos cuyos diámetros (calibres) fueron > 4,5 cm (> 4).

El análisis estadístico se hizo con el empleo de coeficientes de correlación y por el método del análisis de la varianza considerando el modelo mixto, ya que al año se lo analizó como efecto aleatorio (Steel y Torrie, 1986).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

N-NO₃ del suelo y N en planta

La disponibilidad de nitratos en el suelo al inicio de la formación del bulbo (IFB) (~152 ddp) varió según el año de cultivo, modificada por las dosis de N (Tabla 1). Las diferencias encontradas en el contenido de nitratos del suelo podrían responder a diversos factores, entre ellos la temperatura. Durante los meses de setiembre y octubre de 1995 (Figura 1), la amplitud térmica fue 1,5 °C mayor que en 1994, y la temperatura mínima media fue de 4,7 °C vs. 6,9 °C en 1994. Las mayores fluctuaciones térmicas acompañadas por temperaturas mínimas más bajas suelen estar asociadas a incrementos en la tasa de mineralización del N, la que puede ser superior en suelos con mayor disponibilidad de nutrientes (Biederbeck & Campbell, 1973).

Tabla 2: N total absorbido por la planta de ajo tipo "colorado" en dos momentos del ciclo del cultivo para 4 dosis de N y dos ciclos (años) (días desde plantación - ddp-).

DOSIS	1994	1995	1994	1995
	----- kg N/ha -----			
kg N/ha	137 ddp	135 ddp	188 ddp	191 ddp
0	27,6	32,8	45,2	80,3
50	34,6	30,9	69,3	84,0
100	36,3	38,4	79,7	93,1
200	34,1	39,5	76,7	88,0
D.M.S. ⁽¹⁾				
Dosis	NS ⁽²⁾		10,8	
Año	NS		7,7	
Coef.Var.	22		13	

¹) Diferencia mínima significativa, prueba de Tukey $\alpha=0,05$.

²) = no significativo

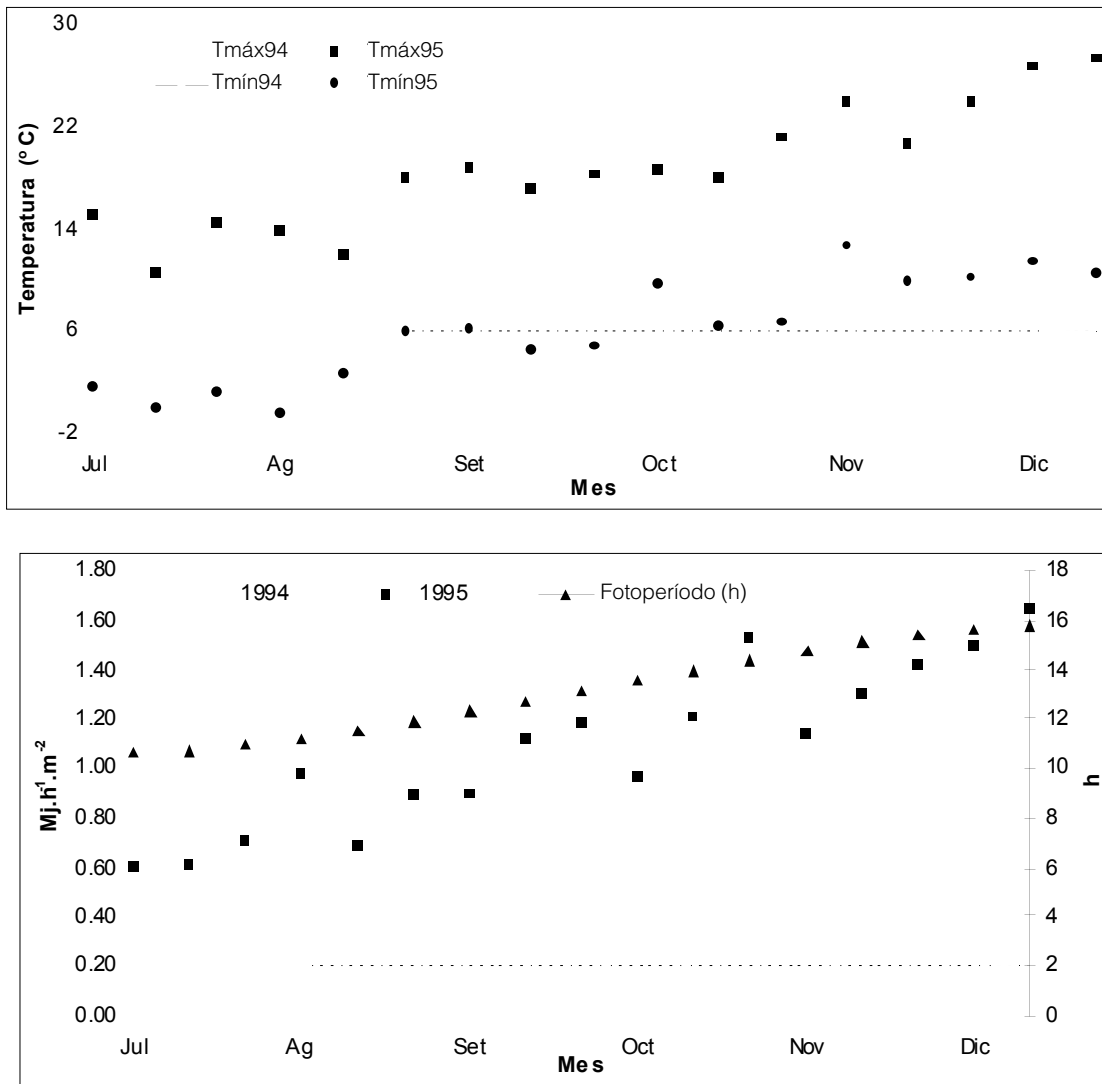


Figura 1: Valores decádicos de Temperaturas (°C) máximas (Tmax), mínimas (Tmín), Radiación (R, Mj m⁻² h⁻¹) y fotoperíodo (h) durante el ciclo vegetativo del cultivo de ajo para los años 1994 ('94) y 1995 ('95).

El N total absorbido por el cultivo hasta antes del IFB no presentó diferencias en respuesta a la fertilización nitrogenada ni varió con el año de producción (Tabla 2). Sin embargo, en cosecha, el contenido de N fue afectado por ambos factores experimentales. La mayor disponibilidad de nitratos en el suelo en 1995 pudo contribuir no sólo con la correspondiente mayor absorción del cultivo sino también con la diferencia entre los tratamientos sin aplicación de N de ambos años.

Los valores obtenidos de N total de la planta (0,60 - 0,70 g N/pta con dosis de 100 kg N/ha) no coincidieron con determinaciones de 0,21 g N/pta (Ruiz, 1985) y 1,15 g N/pta (Gaviola *et al.*, 1991) para el

mismo tipo de ajo ("colorado") empleado en esta experiencia. Es posible que factores de índole agronómica (fecha de plantación, densidad de plantas, entre otros) y ambiental (clima, suelo) estén interactuando sobre esta variable del cultivo. Respecto de ajo tipo "blanco", Gaviola *et al.* (1991) establecieron una extracción de 0,95 g N/pta en campo y, en condiciones de laboratorio y con aplicaciones de N hasta fin de crecimiento de la parte aérea de la planta, Bertoni *et al.* (1992) lograron valores próximos a 0,70 g N/pta.

Distribución del N absorbido por la planta

La cantidad de N absorbido por unidad de mate-

ria seca foliar tendió a variar con el estado de crecimiento, la fertilización nitrogenada y el ciclo de cultivo (Tabla 3). En un estado temprano del crecimiento, la concentración de N en la hoja no fue afectada por la fertilización nitrogenada, aunque se pudieron observar los valores mínimos asociados a los tratamientos sin aplicación de N. En cosecha, la fertilización nitrogenada afectó la concentración de N foliar de distinta manera en cada ciclo del cultivo. Respecto del año de cultivo, la concentración de N foliar fue superior en 1995 en los dos momentos observados.

En cuanto al bulbo, su concentración de N fue afectada por la fertilización nitrogenada tanto antes del IFB como en cosecha (Tabla 4). A su vez, el año de cultivo sólo modificó la concentración de N del bulbo en cosecha. En general, la concentración de N tendió a incrementar con el aumento del N aplicado, y el mayor efecto se observó en 1994, entre el tratamiento sin N y la dosis máxima. El valor medio presentado en cosecha en el ciclo de 1995 ($2,08 \pm 0,07\%$) fue inferior al del 3,5% obtenido por Gavio-la *et al.* (1993) para el mismo tipo de ajo. Sin embargo, estos datos son superiores a los obtenidos por Buwalda (1986) tanto respecto de los valores máximos como mínimos (éstos últimos a cosecha) de dos cultivos de ajo.

Área foliar y acumulación de la materia seca

En cosecha, el área foliar (AF) tendió a incrementarse ($P \leq 0,09$) con el aumento de la dosis de N aplicada (datos no presentados) y tuvo distinta respuesta para cada año de la experiencia (Figura 2). El AF, inicialmente, presentó una tasa de expansión foliar mayor en 1994 y, después de alcanzar el valor má-

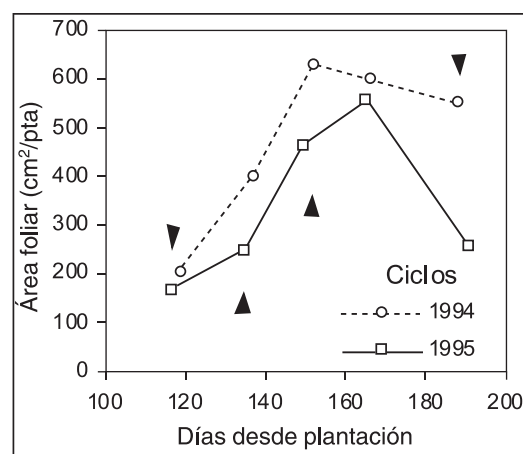


Figura 2: Evolución del área foliar para dos ciclos (años) de cultivo de ajo tipo "colorado". Las flechas señalan diferencias mínimas significativas (Tukey, $\alpha=0,05$) siendo en orden creciente 27,5 - 41,5 - 97,8 - 31,2.

ximo, decreció con una tasa menor a la de 1995.

La materia seca total (MST), en cosecha, fue afectada por la aplicación de N e incrementó con el aumento del N aplicado hasta la dosis 100 kg N/ha (Figura 3 A). A su vez, la MST al fin del ciclo no presentó diferencias por el año de producción, aunque en los días previos a la cosecha el comportamiento de la acumulación de materia seca fue distinto (Figura 3 B). Hasta aproximadamente 165 ddp hubo mayor acumulación de materia seca durante el ciclo de 1994, estando en relación directa con la mayor AF. La respuesta observada en 1994 no habría sido posible sin un adecuado suministro de N y una concentración de N foliar por encima del nivel "crítico" requerido para lograr la mayor tasa de pro-

Tabla 3: Concentración de N en la hoja en dos momentos del ciclo del cultivo para 4 dosis de N en ajo tipo "colorado" y dos ciclos (años) (días desde plantación - ddp-).

DOSIS	1994	1995	1994	1995
	137 ddp	135 ddp	188 ddp	191 ddp
kg N/ha	3,25	4,14	1,21	1,63
0	3,76	4,17	1,44	1,76
50	3,80	4,34	1,61	1,81
100	3,63	4,40	1,61	1,73
200	D.M.S. ⁽¹⁾			
Dosis	NS ⁽³⁾		0,13 ⁽²⁾	
Año	0,25		0,09	
Coef.Var.	8		8	

¹⁾Diferencia mínima significativa, prueba de Tukey $\alpha=0,05$.

²⁾Interacción DosisxAño significativa $P \leq 0,01$

³⁾= no significativo

Tabla 4: Concentración de N en el bulbo en dos momentos del ciclo del cultivo para 4 dosis de N en ajo tipo "colorado" y dos ciclos (años) (días desde plantación - ddp-).

DOSIS	1994	1995	1994	1995
	137 ddp	135 ddp	188 ddp	191 ddp
kg N/ha	2,45	3,33	1,34	2,11
0	3,76	3,18	1,65	2,00
50	3,60	3,35	1,88	2,16
100	3,60	3,56	2,23	2,05
200	D.M.S. ⁽¹⁾			
Dosis	0,51 ⁽²⁾		0,24 ⁽²⁾	
Año	NS ⁽³⁾		0,12	
Coef.Var.	11		9	

¹⁾Diferencia mínima significativa, prueba de Tukey $\alpha=0,05$.

²⁾Interacción DosisxAño significativa $P \leq 0,01$

³⁾= no significativo

ducción de materia seca (Buwalda, 1986). Por otra parte, después de los 165 ddp, la tasa de acumulación de materia seca hasta cosecha fue superior en 1995, aún cuando la respuesta del AF fue similar a situaciones en las que se restringe el aporte de N al IFB: anticipación de la senescencia foliar y de la madurez del cultivo (Bertoni *et al.*, 1992). Aparentemente, tal comportamiento del AF habría respondido a otro/s factores ya que el cultivo absorbió mayor cantidad de N y llegó a cosecha con mayor concentración de N foliar que en 1994.

El rendimiento final de materia seca del bulbo (MSB) fue afectado por la fertilización nitrogenada, tendiendo a incrementar con el aumento de la dosis

de N, al igual que lo observado con la MST (Figura 4 A). En tanto que la evolución de la MSB durante el crecimiento del cultivo varió con el año de producción. En momentos previos al IFB, la MSB entre los 120 y 140 ddp fue superior en 1995, teniendo escasa incidencia en el valor de la MST, posiblemente como resultado de incrementos menos que proporcionales de materia seca de la hoja. Después del IFB y hasta ~165 ddp, la MSB fue superior en 1994, pero esta tendencia cambió a posteriori ya que en cosecha fue inferior a la de 1995 (Figura 4 B).

La mayor AF y producción de MST alcanzadas en el período inicial del crecimiento del bulbo durante el ciclo de 1994 no tuvieron relación directa con

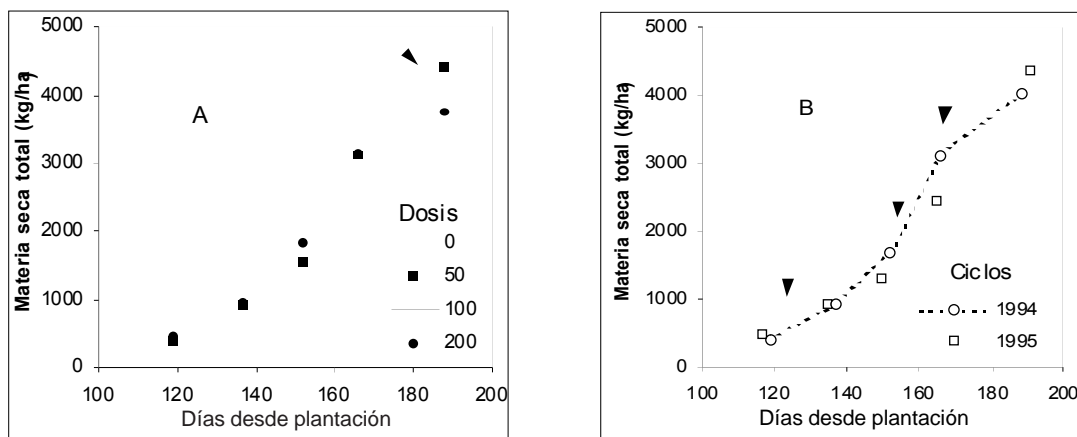


Figura 3: Evolución de la materia seca total de ajo tipo "colorado" para 4 dosis de N (kg N/ha) en 1994 (A) y dos ciclos (años) (B). Las flechas indican diferencias mínimas significativas (Tukey, $\alpha=0,05$) siendo en orden creciente: (A) 732,3; (B) 55,7 - 205,6 - 322,6.

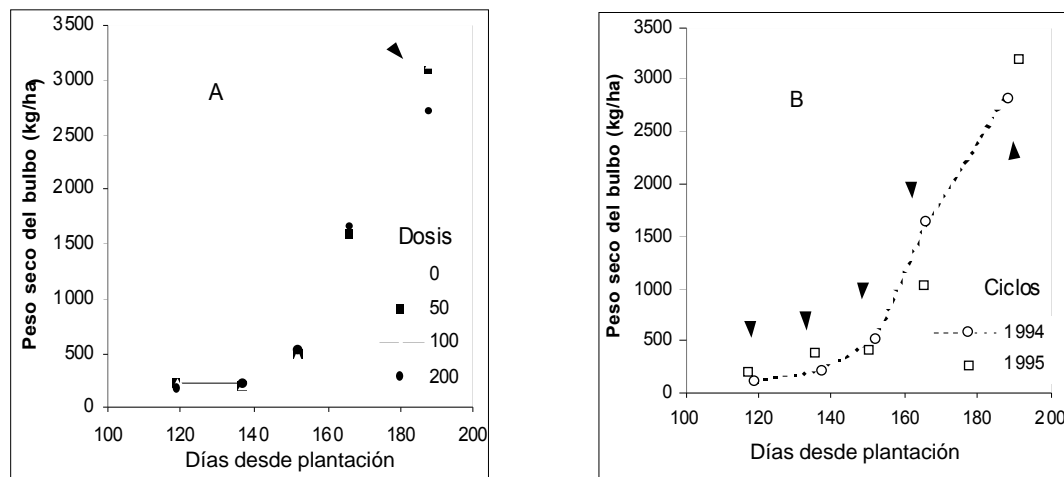


Figura 4: Evolución del peso seco del bulbo de ajo tipo "colorado" para 4 dosis de N (kg N/ha) en 1994 (A) y para dos ciclos (años) (B). Las flechas indican diferencias mínimas significativas (Tukey, $\alpha=0,05$) siendo en orden creciente: (A) 623,2. y (B) 19,7 - 36,7 - 61,5 - 164,6 - 286,3.

el rendimiento final de MSB y, como se verá más adelante, de ajo "seco" y limpio. Por lo que durante el periodo entre IFB y la madurez actuaron factores del ambiente cuyos efectos modificaron, en particular, la relación AF y MSB (Stahlschmidt *et al.*, 1997). Igual consideración, y tal como fuera analizado en párrafos anteriores, se hace extensiva al periodo previo al IFB.

Entre los factores climáticos, si se considera la temperatura como el principal regulador del crecimiento de la hoja y del bulbo, resultó que la sumatoria térmica de cada ciclo (temperaturas medias positivas ≥ 0 °C) fue de 2150 grados-día (Bowalda, 1986; Bertoni *et al.*, 1992). Sin embargo, la diferencia en la acumulación de materia seca en el bulbo sugiere que no es el único factor que controla la bulbificación (Rahim & Fordham, 1994). Posiblemente este proceso haya sido afectado por diferencias en la intensidad de radiación o el fotoperiodo durante esta etapa del cultivo (octubre - noviembre, Figura 1).

Rendimiento y calidad de bulbos

La relación que define el índice de bulbificación fue utilizada como un indicador del momento de cosecha, siendo su valor de 3,66 ($\pm 0,08$) y 4,13 ($\pm 0,07$) en 1994 y 1995, respectivamente (Aljaro y Cañoles, 1997). Estos datos permiten inferir un grado de madurez más avanzado en el momento de la cosecha del segundo año, posiblemente acompañado por una mayor merma en el contenido de humedad del bulbo.

El rendimiento total (ajo "seco" y limpio) se ajustó a una función polinómica en su relación con las dosis de N, a la vez que tuvo similar respuesta a la

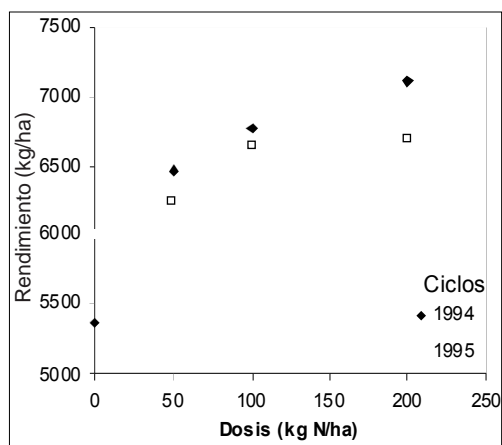


Figura 5: Rendimiento total de ajo "seco" y limpio en respuesta a dosis de N para dos ciclos (años) de cultivo. $R_{to} = 5700,5 + 14,7 * N - 0,04 * N^2$, R^2 (ajustado por g.l.) = 0,78; Coef.Var. = 3,9 $P \leq 0,01$. La línea señala tendencia.

Tabla 5: Producción de bulbos normales de ajo tipo "colorado" para 4 dosis de N y dos ciclos (años).

DOSIS	1994	1995
kg N/ha	-----	-----
0	96,9	89,0
50	97,6	88,7
100	94,9	89,5
200	97,7	93,2
D.M.S. ⁽¹⁾		
Dosis		NS ⁽²⁾
Año		4,3
Coef.Var.		7

¹⁾Diferencia mínima significativa, prueba de Tukey $\alpha=0,05$.

²⁾= no significativo

fertilización nitrogenada en los dos ciclos de cultivo, siendo escasa la diferencia entre los valores máximos (Figura 5). Por otra parte, el rendimiento comercial máximo de la experiencia fue de 6773 (± 536) kg/ha para una dosis de 100 kg N/ha, resultando inferior al obtenido por Lipinski *et al.* (1995). Estos autores trabajaron con este mismo tipo de ajo y lograron 9927 kg/ha con 80 kg N/ha, densidad de 20 ptas/m² y 244 días de ciclo de cultivo.

La producción de bulbos normales no presentó diferencias en respuesta a la aplicación de N y sí varió con el año de cultivo (96,8 $\pm 3,5$ vs. 90,1 $\pm 6,4$ % de bulbos normales en 1994 y 1995, respectivamente) (Tabla 5). Estos valores son relativamente altos ya que Lipinski *et al.* (1995) obtuvieron una producción de bulbos normales del 75,5% a la dosis de 80 kg/ha para un ciclo de cultivo de 244 días, y Gavio-la *et al.* (1991) encontraron un 87,5% de bulbos normales para dosis de 200 kg N/ha con 216 días de ciclo.

Se ha postulado que la presencia de bulbos deformes responde al aumento de la concentración de N del bulbo a niveles tóxicos para los tejidos (Buwalda, 1986). En esta experiencia, a pocos días del IFB, la concentración de N sólo fue modificada por las dosis de N y no estuvo asociada a la presencia de bulbos deformes (Tabla 4). Por lo que se debería considerar alguna otra variable adicional a la anterior que facilite la interpretación de estos resultados. Se podría especular con el contenido de N del bulbo antes del IFB, ya que estuvo débilmente asociado con la producción de bulbos normales ($r=-0,48$, $P \leq 0,01$, $n=32$) y, además, fue sensible a la variación de la materia seca acumulada en el bulbo cuando la concentración de N no cambió (Figura 4).

A futuro, sería interesante avanzar en la cuantificación de los efectos del N y los factores climáticos sobre la presencia de bulbos deformes consideran-

do las fases de diferenciación de yemas y emisión del escape floral.

CONCLUSIONES

Para las condiciones en las que desarrolló la experiencia, se concluye que:

- Las condiciones climáticas en las que se inició el proceso de crecimiento del bulbo en 1995 retrasaron su continuidad, aún cuando la disponibilidad de nitratos del suelo fue abundante.

- Entre el IFB y la madurez actuaron factores climáticos que, según el año de cultivo, modificaron el AF, la distribución del N, la acumulación de la MST y la MSB.

- El rendimiento de MSB respondió a la fertilización nitrogenada y tuvo escasa relación con la MST y el AF alcanzado por el cultivo al IFB.

- Una dosis de N ~100 kg/ha permitió alcanzar un adecuado rendimiento de ajo, "seco" y limpio, existiendo la posibilidad de reducirla para condiciones del ambiente similares a las del segundo ciclo de producción.

- El contenido de humedad de los bulbos en la cosecha atenuó los efectos de los factores climáticos durante la etapa de acumulación de la MSB.

- La presencia de bulbos deformes tuvo la variación más importante con el ciclo de cultivo, la que se explicó parcialmente a través de la débil asociación con el contenido de N presente en el bulbo previo al inicio de su formación.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue subsidiado por la Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional de Mar del Plata. El autor agradece a los consultores de Agriscientia por contribuir con su constructiva crítica del manuscrito, y al Ing. Agr. Jorge Rattin (FCA, UNMDP) y al Dr. Andrés Lopez Camelo (EERA, INTA Balcarce) por facilitar el trabajo y uso de las instalaciones de campo.

BIBLIOGRAFÍA

Arbolea, J., C. García y C. Suárez. 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, pp. 133-140.

Aljaro, A. y M. Cañoles. 1997. Indicadores de cosecha: pa-

rámetros, ventajas y limitantes. En: 50 Temas sobre Producción de Ajo. Ed. J.L. Burba. INTA La Consulta, Mendoza (Argentina). Vol. 3, pp. 178-86.

Arguello, J.A., S.B. Nuñez and A. Ledesma. 1994. Bulbing physiology in garlic (*Allium sativum* L.) cv. "Rosado Paraguayo" III. Nutrient content in garlic plants: its relation to growth dynamics and bulb morphogenesis. Proceedings of the first International Symposium on Edible Alliaceae, Eds. J.L. Burba y C.R. Galmarini, Acta Horticulturae 433, pp. 417-25.

Bertoni, G., P. Morard, C. Soubieille and J.M. Llorens. 1992. Growth and nitrogen nutrition of garlic (*Allium sativum* L.) during bulb development. Scientia Horticulturae 50:187-95.

Biederbeck, V.O. and C.A. Campbell. 1973. Soil microbial activity as influenced by temperature trends and fluctuations. Canadian Journal of Soil Science. 53:363-76.

Burba, J.L. 1993. Producción de semilla de ajo. Ed. J. Crnko, Mendoza. 165 pp.

Buwalda, J.G. 1986. Nitrogen nutrition of garlic (*Allium sativum* L.) under irrigation, crop growth and development. Scientia Horticulturae 29:55-68.

Gaviola, S., M.F. Filippini y V. Lipinski. 1991. Ritmo de crecimiento y absorción de nutrimentos en ajo (*Allium sativum* L.). Efecto de la fertilización sobre componentes del rendimiento en los tipos "blanco" y "colorado". En: 1er y 2do Curso/Taller sobre producción, comercialización e industrialización de ajo. EEA La Consulta, Mendoza. Ed. Agro de Cuyo, San Juan, pp. 105-12.

Lipinski, V., S. Gaviola y M.F. Filippini. 1995. Influencia del riego, la fertilización nitrogenada y el tamaño del diente sobre el rendimiento y la calidad del ajo colorado (*Allium sativum* L.). Ciencia del Suelo 13:80-84.

Lipinski, V. y S. Gaviola. 1999. Fuentes y dosis de nitrógeno en fertigación de ajo cv. Fuego-INTA. Horticultura Argentina 18(44-45):28-32.

Mann, L.K. and P.A. Minges. 1958. Growth and bulbing of garlic (*Allium sativum* L.) in response to storage temperature of planting stocks, day length and planting date. Hilgardia 27(15):385-419.

Martinez, R.M.; A.M. Miglierina, M.R. Landriscini, R.A. Rosell y H.P. Rojas. 1980. Fertilización nitrogenada y potásica a campo y nivel foliar de nitratos en ajo (*Allium sativum* L.). Revista de Investigaciones Agrícolas 15(3):469-78.

Nelson, D.W. and L.E. Sommers. 1973. Determination of total nitrogen in plant material. Agronomy Journal 65:109-12.

Rahim, M.A. and R. Fordham. 1994. Control of bulbing in garlic. Acta Horticulturae 358:369-374.

Ruiz, S.R. 1985. Ritmo de absorción de nitrógeno y fósforo y respuesta a fertilizaciones NP en ajos. Agricultura Técnica 45(2):153-58.

Stahlschmidt, O., J.B. Cavagnaro and R. Borgo. 1997. Influence of planting date and seed cloves size on leaf area and yield of two cultivars (*Allium sativum* L.). Acta Horticulturae 433:519-25.

Steel, R.G.D. y J.H. Torrie. 1985. Bioestadística: principios y prodedimientos. 2da. Edic. McGraw-Hill. 622 pp.