



## Evaluación del rendimiento y calidad de cultivares de ajo colorado fertirrigados con nitrógeno.

Yield and quality evaluation of red garlic cultivars fertigated with nitrogen.

Víctor M. Lipinski <sup>1,2</sup>

Silvia Gaviola <sup>2</sup>

**Originales**

Recepción: 11/09/2006

Aceptación: 26/10/2006

### **RESUMEN**

El objetivo de este trabajo fue diferenciar cultivares monoclonales de ajos colorados argentinos por sus características productivas, de calidad y respuesta a la fertilización nitrogenada en la región de Cuyo. Durante la campaña 2003 se realizó un ensayo en La Consulta, San Carlos, Mendoza, Argentina (950 msnm; 33° 42' S y 69° 04' W). El diseño experimental fue en franjas con parcelas divididas dispuestas en un diseño de bloques completos al azar de tres repeticiones en el cual las dosis de nitrógeno (75, 150, 225 y 300 kg de N·ha<sup>-1</sup>) incorporadas como SolUAN (30 % N) se asignaron a las parcelas principales y las subparcelas correspondieron a cinco clones de ajo: Fuego INTA, Sureño INTA, Gostoso INTA, Inco 30 y Rubí INTA. Se adicionó además un tratamiento control sin nitrógeno. En el análisis estadístico de los rendimientos ( $r^2 = 0,81$ ;  $cv\%: 8,48$  y  $p < 0,0001$ ) se detectaron efectos significativos de las variables cultivares y dosis de fertilización nitrogenada pero no de la interacción de ambas. Se determinó que en suelos con contenidos medios de nitrógeno total (800 mg·kg<sup>-1</sup>), la dosis que maximiza los rendimientos es de 150 kg N·ha<sup>-1</sup> en todas las cultivares salvo Gostoso cuyo valor crítico resultó mayor que el resto. El incremento de rendimiento atribuible a la fertirrigación con 150 kg N·ha<sup>-1</sup> respecto del testigo fue: 45 % en Rubí (17,7 t·ha<sup>-1</sup>), 31 % en Fuego

### **SUMMARY**

The objective of this work was to differentiate of garlic monoclonal cultivars through productive and quality characteristics and the response to nitrogen fertilization in Cuyo region. Field trial was carried out during 2003 at La Consulta, Mendoza, Argentina (950 masl; 33° 42' S and 69° 04' W). The experimental design was strips with split plot arranged in complete blocks at random with three replications. Four nitrogen rates were used (75, 150, 225 y 300 kg N·ha<sup>-1</sup>) as SolUAN (30 % N) as main plot, and five clones of garlic (Fuego INTA, Sureño INTA, Gostoso INTA, Inco 30 y Rubí INTA) as subplots. There was also a control without N. The total yield ( $r^2 = 0.81$ ;  $cv\%: 8.48$  y  $p < 0.0001$ ) was affected by cultivar, nitrogen doses and the interaction between both of them was not significant. It was determined that in soils with total nitrogen media contents (800 m·kg<sup>-1</sup>), the dose that maximizes the yield is 150 kg N·ha<sup>-1</sup>, in all the cultivares save Gostoso whose critical value turned out to be greater than the remainder. The increment of production by the fertirrigación with 150 kg N·ha<sup>-1</sup>, as compared to the control, was: 45 % in Rubí (17.7 t·ha<sup>-1</sup>), 31 % in Fuego (15.3 t·ha<sup>-1</sup>); 19 % in Inco 30 (15.4 t·ha<sup>-1</sup>) and 23 % in Sureño (13 t·ha<sup>-1</sup>). Gostoso enlarged a 21 % (13.8 t·ha<sup>-1</sup>) its yield as compared to the control with 300 kg N·ha<sup>-1</sup>. Cluster analysis classified cultivar, according to its productive potential, of greater to smaller, into

- 1 Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Estación Experimental Agropecuaria La Consulta. C.C. 8. 5567 La Consulta. Mendoza. Argentina. [vlipinski@laconsulta.inta.gov.ar](mailto:vlipinski@laconsulta.inta.gov.ar)
- 2 Dpto. de Ingeniería Agrícola. Facultad de Ciencias Agrarias. UNCuyo. Alte. Brown 500. Chacras de Coria. Mendoza. Argentina. M5528AHB. [sgaviola@fca.uncu.edu.ar](mailto:sgaviola@fca.uncu.edu.ar)

(15,3 t·ha<sup>-1</sup>), 19 % en Inco (15,4 t·ha<sup>-1</sup>) y 23 % en Sureño (13 t·ha<sup>-1</sup>). Gostoso aumentó un 21 % (13,8 t·ha<sup>-1</sup>) su rendimiento respecto del testigo con la dosis de 300 kg N·ha<sup>-1</sup>.

El análisis de clasificación jerárquica permitió agrupar los genotipos según su potencial productivo, de mayor a menor, en tres clases: I: cv. Rubí ; II: cv. Inco 30 y cv. Fuego; III: cv. Sureño y Gostoso. La fertilización nitrogenada incrementó la manifestación de malformaciones en todas las cultivares respecto del testigo sin fertilización, excepto Sureño que presentó mayores anomalías en el tratamiento testigo sin fertilizar.

three classes: I: cv. Rubí; II: cv. Inco 30 and cv. Fuego; III: cv. Sureño and Gostoso. The highest the N application increased the total bulbs abnormalities in all the cultivars except Sureño.

#### Key words

*Allium sativum* L. • garlic red cultivars • nitrogen fertilization • yield • abnormalities • multivariate analysis

#### Palabras clave

*Allium sativum* L. • cultivares de ajo colorado • fertilización nitrogenada • rendimiento • malformaciones • análisis multivariado

## INTRODUCCIÓN

En Argentina, el ajo (*Allium sativum* L.) es la principal hortaliza de exportación en fresco y las provincias productoras son Mendoza, San Juan, Buenos Aires y Córdoba. En el período 2004/2005 la superficie plantada con ajo en Mendoza fue de 8154 ha y las proporciones en cuanto a tipos comerciales fueron las siguientes: 38 % colorados, 26 % blancos y 36 % morados (17). Argentina es el segundo exportador mundial de ajo después de China y su desafío futuro es vender ajos nobles de guarda diferenciados, en lugar de ajos comunes de estación a granel.

El programa de mejoramiento genético de ajo llevado a cabo a partir de 1989 por el Proyecto Ajo/INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria), con sede en la Estación Experimental La Consulta, (Mendoza, Argentina), resultó en la inscripción, a partir de 1996, de nuevas cultivares monoclonales en el Instituto Nacional de Semillas (INASE) que amplían el espectro cualitativo y temporal de la oferta de nuevos tipos comerciales (14). Los de mayor importancia son los blancos (Grupo III) y colorados (Grupo IV). En el Grupo IV se destacan Fuego INTA, Sureño INTA, Gostoso INTA, Inco 30 y Rubí INTA, que se diferencian fundamentalmente, respecto de los del Grupo III, por el color de la catáfilas de bulbos y dientes, el período de dormancia y el de conservación, y tienen en común su cosecha tardía y mayores requerimientos de frío. Se está realizando una red de ensayos con las nuevas cultivares desde la Quebrada de Humahuaca (Jujuy) hasta Ushuaia (Tierra del Fuego), lo que seguramente permitirá, en el mediano plazo, conocer con mayor profundidad su respuesta y adaptación en distintos ambientes.

El manejo adecuado de la nutrición de las distintas cultivares de ajo, a través de la aplicación oportuna de fertilizantes, es una parte del proceso de producción que, en combinación con otros factores, promueve un aumento en rendimiento y calidad de las cosechas (4). Además, ante el incremento del precio de los fertilizantes y el efecto que se atribuye a su utilización excesiva sobre la contaminación del medio ambiente, es necesario hacer un uso cada vez más eficiente.

La respuesta del ajo a la fertilización nitrogenada ha sido demostrada localmente en numerosos ensayos (2, 11, 13). Sin embargo, la aparición de cultivares nuevas y la utilización del riego por goteo han modificado las condiciones de cultivo de tal manera que es necesario ajustar la metodología de fertirrigación.

Partiendo de la hipótesis de que existen diferencias en aspectos productivos entre las nuevas cultivares y áreas de cultivo, y que el conocimiento de estas diferencias permitirá optimizar la elección de cultivares y el planteo tecnológico para cada zona de producción del país, el objetivo de este trabajo fue la diferenciación de cultivares monoclonales de ajo colorado por sus características productivas, de calidad y respuesta a la fertirrigación nitrogenada en la región de Cuyo.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El estudio se realizó en la campaña 2003 en el campo experimental del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental La Consulta, situada en el Departamento de San Carlos, Mendoza, Argentina (33° 42' S y 69° 04' W; 950 msnm). El suelo es de origen aluvial, profundo, de textura franco arenosa fina serie La Consulta (Torrifluente típico). Según el análisis de suelo, éste presenta un contenido mediano de nitrógeno total (798 mg·kg<sup>-1</sup>), alto de fósforo disponible en extracción carbónica 1:10 (7,3 mg·kg<sup>-1</sup>) y de potasio intercambiable (317 mg·kg<sup>-1</sup>), pH alcalino (7,8) y un contenido de materia orgánica de 1,27 %.

El diseño experimental fue realizado en franjas con parcelas divididas dispuestas en bloques completos al azar de tres repeticiones en el cual las dosis de nitrógeno: 75 (N<sub>75</sub>), 150 (N<sub>150</sub>), 225 (N<sub>225</sub>) y 300 (N<sub>300</sub>) kg de N·ha<sup>-1</sup>, incorporadas como SolUAN (30 % N) fueron asignadas a las parcelas principales y las subparcelas correspondieron a cinco clones de ajo colorado: Fuego INTA, Sureño INTA, Gostoso INTA, Inco 30 y Rubí INTA. Se adicionó además un tratamiento control sin nitrógeno. Primero se aleatorizaron las dosis de nitrógeno en las parcelas principales y luego las cultivares en las subparcelas.

Las parcelas principales del ensayo fueron de 1,64 m de ancho por 50 m de largo y las subparcelas de 1,64 m por 3 m; la parcela muestral fue de 0,82 m por 3 m y se dejaron 0,43 m de cada lado como bordura.

Los ajos fueron plantados el 15 de marzo, en camas de 0,82 m de fondo a fondo de surco, con cuatro hileras de plantas dispuestas en «tres bolillos» sobre el camellón de 0,50 m, con una densidad de 400000 plantas·ha<sup>-1</sup>. Se utilizó una cinta de riego por goteo T-Tape 508-30, colocada en el medio de la cama de siembra de cada parcela principal, con tres emisores por metro lineal, quedando dos hileras de plantas de cada lado. El caudal de la cinta con orificios a 30 cm fue de aproximadamente de 2,7 L·m<sup>-1</sup>·h<sup>-1</sup>.

Previo a la plantación, los «dientes semillas» fueron tratados con agua 1350 mL, Namacur (Fenamifos 40) 150 mL, Benlate (Benomil) 600 g, Vitavax flo (Carboxin+Tiram) 500 mL. Las malezas se controlaron con linuron PM 50 % (1,0 L·ha<sup>-1</sup>) y pedimentalin 33E (4,0 L·ha<sup>-1</sup>), en preemergencia.

La fertirrigaciones se realizaron en 32 oportunidades: entre mayo y junio con el 15 % de las dosis de nitrógeno, y entre agosto y octubre con el 85 % restante. Los riegos fueron calculados sobre la base de la evaporación de la bandeja clase A afectado por el coeficiente de bandeja ( $k_p$ : 0,75) y los coeficientes del cultivo ( $k_c$ ) que variaron entre 0,49 y 1,33. En la tabla 1 se detallan las condiciones climáticas, desde el punto de vista de la demanda de agua y las láminas de riego aplicadas.

**Tabla 1.** Evaporación de referencia ( $ET_0$ ), evapotranspiración calculada ( $ET_c$ ), coeficiente promedio del cultivo ( $k_c$ ), lámina de riego aplicada (LAM R), precipitación efectiva (PP efect), lámina de agua total recibida (LAM total), tensión media en kPa a 20 y 50 cm de profundidad ( $W_{20}$  y  $W_{50}$ ), durante el ciclo de cultivo de ajos colorados.

Mes	$ET_0$	$ET_c$	$k_c$	LAM R	PP efect	LAM total	$W_{20}$	$W_{50}$
	mm						kPa	
Mayo	59,9	19,2	0,49	75,6	3,6	79,2	9,9	8,4
Junio	51,4	17,4	0,54	32,3	3,2	35,5	11,9	9,4
Julio	46,3	24,4	0,65	38,3	0,8	39,1	13,4	18,2
Agosto	74,6	45,0	0,89	60,3	5,2	65,5	16,4	13,4
Setiembre	127,2	108,1	1,17	106,3	5,6	111,9	23,5	13,6
Octubre	218,9	229,6	1,33	203,7	0,0	203,7	24,6	12,7
Noviembre	234,7	221,4	1,18	216,8	9,6	226,4	17,2	12,1
Diciembre	86,4	67,5	1,01	38,3	9,2	47,5	17,2	13,0
<b>Total</b>	<b>899,4</b>	<b>732,7</b>	<b>0,91</b>	<b>771,6</b>	<b>37,2</b>	<b>808,8</b>	<b>16,8</b>	<b>12,6</b>

Se midió el crecimiento expresado como altura, número de hojas y diámetro de cuello de las plantas en distintas fechas del ciclo. La cosecha se realizó desde el 5 al 12 de diciembre (264 a 271 días después de plantación, ddp) en forma escalonada según las cultivares fueran manifestando el punto de «entrega». A los 30 días después del secado al aire, se procedió a su limpieza, eliminación de restos de parte aérea y raíces, y pesado, para expresar los resultados en rendimiento total (RT) de bulbos secos y limpios y finalmente calibrado y pesado.

En el peso total por parcela se diferenciaron los bulbos normales por calibres según diámetro mayor (C3: 26-35 mm; C4: 36-45 mm; C5: 46-55 mm; C6: 56-65 mm; C7: 66-75 mm), y los anormales (BA), los que fueron clasificados en categorías martillo, deformes, cebollón y macho. Para analizar los datos desde un enfoque comercial, se reunieron los calibres 3 y 4 como no exportables y 5, 6, 7 como exportables y bulbos anormales. Se establecieron algunas relaciones entre variables (cultivares y aplicación de dosis de nitrógeno) y la frecuencia de ocurrencia de anomalías (n: 75), mediante el análisis de correspondencia simple (ACS).

Se analizaron los rendimientos de las cultivares para cada dosis de nitrógeno mediante un análisis de la varianza en un diseño en parcelas divididas, y se realizaron las comparaciones múltiples de medias a través de Tukey. Para describir la relación entre las dosis de fertilización nitrogenada y el rendimiento relativo (RR) de cada una de las cultivares se empleó el modelo lineal y meseta (RLM) (10). La respuesta en rendimiento, que se expresó como RR, se calculó como un porcentaje respecto del máximo rendimiento al-

canzado en cada cultivar. Jáuregui y Llop (9) recomiendan que el modelo RLM sea utilizado en los programas regionales de evaluación de fertilidad de suelo, tanto en las etapas iniciales de diagnóstico y establecimiento de niveles críticos, como en los finales de estudios de funciones de respuesta a la fertilización y su evaluación económica.

A través del análisis multivariado de componentes principales (ACP) se evaluó la relación entre rendimiento a cosecha de cada cultivar y las variables fenológicas: altura de planta, diámetro de cuello y número de hojas determinadas el 10 de octubre (208 ddp) , 19 octubre (217 ddp) y 6 de noviembre (235 ddp), fechas en que avanza la bulbificación. Con la finalidad de agrupar los cultivares por su semejanza productiva se efectuó un análisis de similitud mediante el modelo de clasificación jerárquica ascendente, usando como método el encadenamiento promedio y la distancia euclídea promedio. Se especificaron como variables los rendimientos y como criterios de clasificación el genotipo. Los análisis estadísticos se realizaron utilizando el programa InfoStat 1.1 (8).

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En el análisis estadístico de los rendimientos ( $r^2 = 0,81$ ;  $cv\%: 8,48$  y  $p < 0,0001$ ) se detectaron efectos significativos de las variables cultivares ( $p < 0,0001$ ) y dosis de fertilización nitrogenada ( $p < 0,0001$ ) pero no de la interacción ( $p < 0,1035$ ) de ambas. Los rendimientos globales ( $t \cdot ha^{-1}$ ) de las diferentes cultivares fueron -en orden decreciente- los siguientes: Rubí (15,48), Inco 30 (14,32), Fuego (13,67), Gostoso (12,22), y Sureño (11,77). El rendimiento de la cultivar Rubí, que fue la más productiva, no se diferenció estadísticamente de Inco 30 pero sí del resto de las cultivares (tabla 2). Los rendimientos de los tratamientos sin fertilización, considerando todas las cultivares, no tuvieron diferencias estadísticamente significativas con la dosis de  $75 \text{ kg N} \cdot ha^{-1}$ , pero sí se diferenciaron con respecto a las otras dosis ensayadas (tabla 3).

**Tabla 2.**  
Rendimiento promedio de cultivares de ajo colorado con diferentes dosis de nitrógeno.

Tratamientos Cultivares	Rendimiento* $t \cdot ha^{-1}$	
Sureño	11,8	a
Gostoso	12,2	a
Fuego	13,7	b
Inco 30	14,3	bc
Rubí	15,5	c

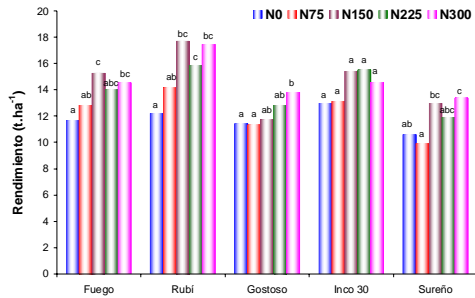
**Tabla 3.**  
Efecto de la fertilización con nitrógeno sobre el rendimiento promedio de cinco cultivares de ajo colorado.

Tratamientos $kg \text{ N} \cdot ha^{-1}$	Rendimientos* $t \cdot ha^{-1}$	
0	11,8	a
75	12,3	a
225	14,0	b
150	14,6	b
300	14,7	b

\* Medias de 15 repeticiones. Letras distintas indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).

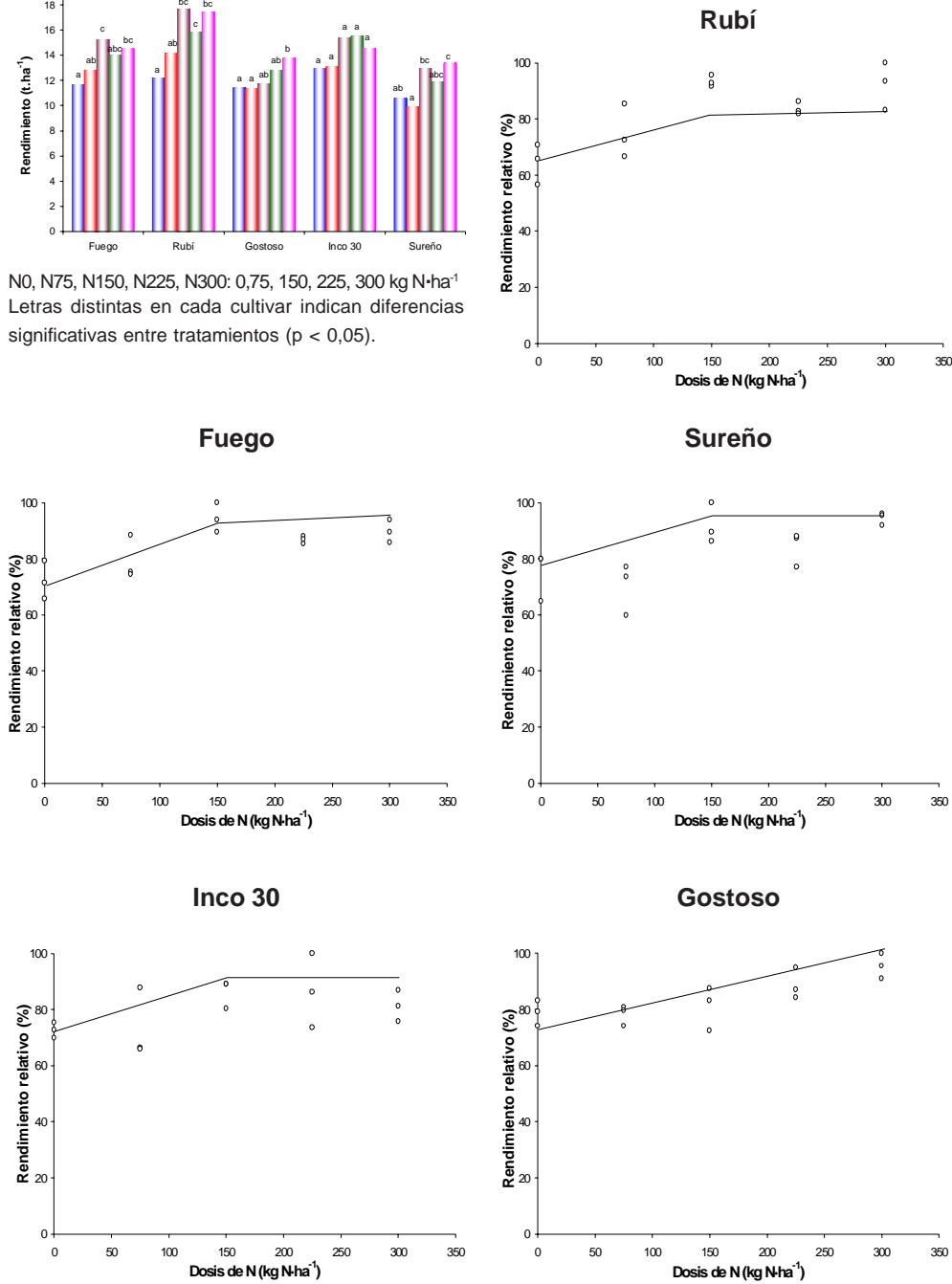
En la figura 1 (pág. 42) se presentan los resultados experimentales del efecto de los tratamientos de fertirrigación con diferentes dosis de nitrógeno sobre el rendimiento promedio de cada cultivar y su comparación de medias. A partir del ajuste de un modelo lineal-meseta entre los rendimientos relativos al máximo en cada cultivar y las dosis de nitrógeno aplicadas se observó un estrecho ajuste ( $p < 0,05$ ) en todas las cultivares, cuyas expresiones y representación se muestran en la figura 2 (pág. 42).

**Figura 1.** Efecto de diferentes dosis de fertilización con nitrógeno sobre el rendimiento de cultivares de ajo colorado.



N0, N75, N150, N225, N300: 0,75, 150, 225, 300 kg N·ha<sup>-1</sup>  
 Letras distintas en cada cultivar indican diferencias significativas entre tratamientos ( $p < 0,05$ ).

**Figura 2.** Modelos lineal y meseta obtenidos para describir la relación entre el rendimiento relativo (%) y dosis de N (kg N·ha<sup>-1</sup>) de cinco cultivares de ajo colorado.



De cada modelo de ajuste (tabla 4) se obtuvo un valor crítico de dosis de nitrógeno para cada cultivar, que determinaría la mayor producción, en suelos con contenidos medios de N total ( $800 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ). Los mismos fueron en  $\text{kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$  de: 148, 150, 304, 150 y 166 para Rubí, Fuego, Gostoso, Inco 30, y Sureño, respectivamente.

**Tabla 4.** Ecuaciones de ajuste del modelo lineal-plateau y valor crítico de dosis de nitrógeno ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) para diferentes cultivares de ajo colorado ( $n = 30$ ).

Cultivar	Ecuaciones	$r^2$	Valor crítico $\text{kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$	RR máx. %
Rubí	$\text{RR} = 63,49 + 0,175 \text{ N}$	0,72	148,5	89,49
Fuego	$\text{RR} = 71,49 + 0,124 \text{ N}$	0,67	150	90,10
Gostoso	$\text{RR} = 75,73 + 0,058 \text{ N}$	0,60	304	93,49
Inco 30	$\text{RR} = 70,70 + 0,089 \text{ N}$	0,32	150	84,07
Sureño	$\text{RR} = 70,48 + 0,11 \text{ N}$	0,44	166	89,31

Rendimiento Relativo (RR, %), N = Dosis de nitrógeno ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ).

Ecuación aplicable a valores de N menores al valor crítico.

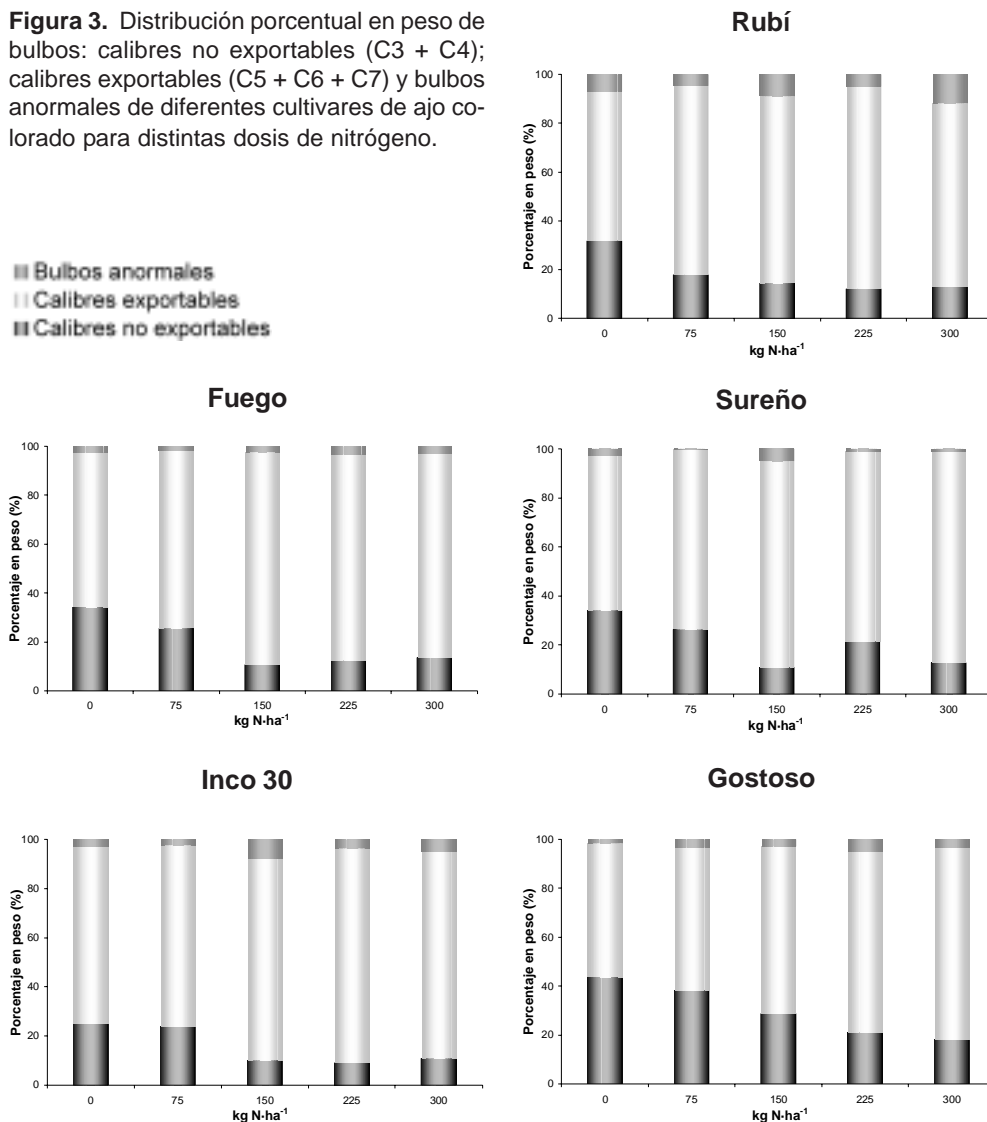
RR máx.: rendimiento relativo máximo para el valor crítico ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ).

En términos generales y como recomendación práctica, la dosis que maximiza los rendimientos es de  $150 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ , en todas las cultivares excepto Gostoso cuyo valor crítico resultó significativamente mayor que el resto. El incremento de rendimiento atribuible a la fertirrigación con  $150 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$  respecto del testigo fue: 31 % en Fuego ( $15,3 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), 45 % en Rubí ( $17,7 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), 19 % en Inco ( $15,4 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) y 23 % en Sureño ( $13 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) (figura 1, pág. 42). Gostoso ( $13,8 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) incrementa un 21% de su rendimiento respecto del testigo con la dosis de  $300 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Vale decir que cada cultivar tiene una capacidad de respuesta diferente a la fertirrigación nitrogenada. Para densidades de plantación de 24 plantas  $\text{m}^{-2}$  y en un sistema de producción orgánica, Granval de Millán y González (5) obtuvieron rendimientos significativamente menores ( $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ): Fuego: 7,5; Gostoso: 6,7 y Sureño: 5,5. Los mismos autores y en un segundo ciclo de ensayo (6), también en un manejo orgánico, obtuvieron los siguientes rendimientos ( $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ): 4,3; 4,2 y 4,98, para Fuego, Gostoso y Sureño, respectivamente. Gaviola y Lipinski (3) constataron una alta respuesta a la fertirrigación nitrogenada en la cv. Fuego INTA, con rendimientos máximos de 19 y  $20 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  de bulbos secos y limpios con dosis de 295 y  $330 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$  para el primero y segundo ciclo de ensayo, respectivamente, con densidades de plantación de 40 plantas  $\text{m}^{-2}$  y con contenidos medios de nitrógeno total en el suelo (Nt: 650 y  $750 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ). Los mismos autores no encontraron diferencias significativas sobre el rendimiento cuando se compararon diferentes fuentes nitrogenadas para una misma dosis.

En la distribución porcentual de peso de bulbos normales por calibres se determinó que los bulbos exportables del tratamiento con  $150 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$  fueron, según la cultivar, los siguientes: Fuego, 87 %; Sureño, 84 %; Inco 30, 82 %; Rubí, 77 % y Gostoso, 68 % (figura 3, pág. 44). En el análisis de correspondencia, la prueba de chi cuadrado de independencia probó que las frecuencias de la manifestación de anomalías de bulbo difieren significativamente entre cultivares ( $p < 0,0001$ ), dosis de nitrógeno ( $p < 0,001$ ) y no es significativa en la interacción entre dichos factores ( $p < 0,13$ ).

**Figura 3.** Distribución porcentual en peso de bulbos: calibres no exportables (C3 + C4); calibres exportables (C5 + C6 + C7) y bulbos anormales de diferentes cultivares de ajo colorado para distintas dosis de nitrógeno.

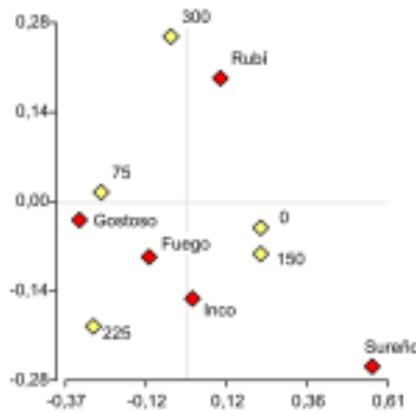
■ Bulbos anormales  
 ▨ Calibres exportables  
 ■ Calibres no exportables



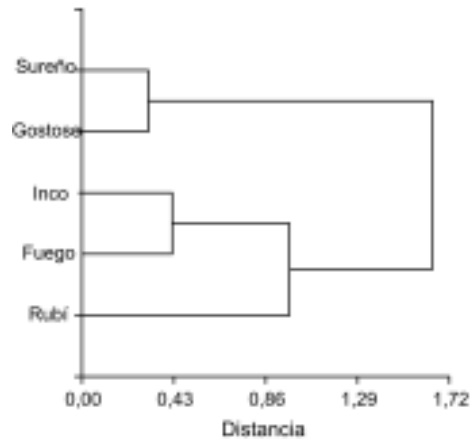
La figura 4 (pág. 45), realizada a partir del ACS, permitió graficar observaciones bivariadas en un plano e identificar las asociaciones de mayor peso. Se determinó que entre las cultivares existen tres grupos bien definidos: la cultivar Rubí fue la que presentó mayor frecuencia de anomalías (36 %), Sureño la de menor (7 %) e intermedios se comportaron las cultivares Gostoso, Fuego e Inco (15 a 23 %). También la distancia entre dosis de nitrógeno (kg N-ha<sup>-1</sup>) indicó tres grupos de incidencia de malformaciones similares: la de N300 (23 %), N225 (28 %) y N0, N75 y N150 (14 a 17 %). Si bien la fertilización nitrogenada incrementó la manifestación de malformaciones en casi todas las cultivares respecto del testigo sin fertilización, la excepción fue Sureño que presentó mayores anomalías en el tratamiento testigo.



El análisis de conglomerado y estableciendo como criterio de clasificación la línea de referencia a un nivel de magnitud de distancia igual al 50 % de la distancia máxima, permitió agrupar los genotipos según su potencial productivo y se representó gráficamente a través de un dendograma (figura 5).



**Figura 4.** Representación gráfica de los resultados del análisis de correspondencia simple entre frecuencia de malformaciones, diferentes cultivares de ajo colorado y dosis de fertilización nitrogenada.



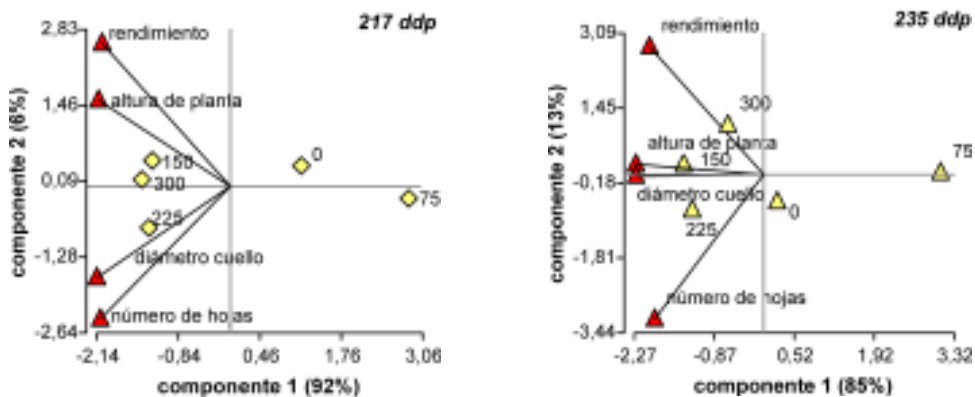
**Figura 5.** Representación jerárquica de cinco cultivares de ajo colorado.

El análisis de clasificación jerárquica permitió la separación de tres diferentes clases: la clase I correspondió a la cv. Rubí; la clase II a los cv. Inco 30 y Fuego y la clase III los cv. Sureño y Gostoso. Burba et al. (1) evaluaron la cv. Rubí durante cinco años y determinaron que era una cultivar muy productiva: obtuvieron, en promedio, un rendimiento de  $21,6 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ , con densidades de plantación de  $30 \text{ plantas m}^{-2}$ , en las condiciones de San Carlos (Mendoza, Argentina). Dichos autores, a partir de ensayos comparativos de rendimiento con otras cultivares inscritas o en selección avanzada concluyeron que Rubí se mostró como una de las más promisorias. Lipinski y Gaviola (12) evaluaron el color, mediante un reflectómetro, en cultivares de ajo colorado como criterio de calidad y determinaron que la cv. Rubí fue la de mayor color púrpura y la cv. Fuego la de menor, resultando intermedio las cultivares Inco, Sureño y Gostoso.

En la figura 6 (pág. 46) se representan los resultados del análisis de componentes principales (n: 75) realizado entre los rendimientos de las diferentes cultivares y variables fenológicas, en el período en que se inicia la bulbificación.

La variación de la información (208 ddp) explicada por la componente 1 y 2 es de 92 y 5 %, respectivamente, acumulando entre ellas el 97 % de la inercia total. Resultados muy similares se obtuvieron a los 217 y 235 ddp. Se comprobó que el mayor número de hojas y la altura de plantas obtenidas por cada cultivar, al inicio de la bulbificación (208 ddp), fueron las variables que incidieron más positivamente sobre

el rendimiento. Si se parte del supuesto de que todas las cultivares estuvieron sometidas al mismo ambiente, se constata que Rubí es la cultivar con mayor estructura de planta, le siguen Fuego e Inco y por último Sureño y Gostoso. Estas potencialidades genéticas se ven favorecidas por la fertilización nitrogenada determinando los rendimientos obtenidos a cosecha. A medida que avanza el ciclo (217 y 235 ddp), las variables altura de planta y diámetro de cuello son las que correlacionan mejor con el rendimiento. Estos resultados coinciden con los de Gaviola de Heras et al. (2) quienes determinaron que el diámetro de cuello resulta un índice que provee una buena estimación de las condiciones de bulbificación aproximadamente un mes antes de cosecha. Además, en la figura se muestra la influencia positiva de la fertilización sobre las componentes fenológicas y el rendimiento. El ACP ha permitido a diferentes autores clasificar ecotipos o cultivares de ajo en función de características morfológicas y productivas como: número de dientes presentes en el bulbo, diámetro y peso de bulbo, número de hojas por planta, largo y ancho de hoja, rendimiento, etc. (7, 15, 16).



**Figura 6.** Representación gráfica de los resultados (n: 75) del análisis de componentes principales entre rendimiento de cultivares de ajo colorado, variables fenológicas evaluadas a los 208, 217 y 235 días después de plantación (ddp) y dosis de nitrógeno (0,75,150,225, 300 kg N·ha<sup>-1</sup>)

## CONCLUSIONES

- ❖ Se determinó que en suelos con contenidos medios de nitrógeno total (800 mg·kg<sup>-1</sup>) la dosis que maximiza los rendimientos es de 150 kg N·ha<sup>-1</sup>, en todas las cultivares excepto Gostoso cuyo valor crítico resultó significativamente mayor que el resto. El incremento de rendimiento atribuible a la fertirrigación con 150 kg N·ha<sup>-1</sup>

respecto del testigo fue la siguiente: 45 % en Rubí (17,7 t·ha<sup>-1</sup>), 31 % en Fuego (15,3 t·ha<sup>-1</sup>), 19 % en Inco (15,4 t·ha<sup>-1</sup>) y 23 % en Sureño (13 t·ha<sup>-1</sup>). Gostoso incrementa un 21 % (13,8 t·ha<sup>-1</sup>) su rendimiento respecto del testigo con la dosis de 300 kg N·ha<sup>-1</sup>.

- ❖ Se comprobó que el mayor número de hojas y altura de planta, determinadas genéticamente por cada cultivar, al inicio de la bulbificación (208 ddp), fueron las variables que más incidieron sobre el rendimiento favorecidas posteriormente por la fertilización. A medida que avanza el ciclo, el diámetro de cuello provee una buena estimación de las condiciones de bulbificación, aproximadamente un mes antes de cosecha.
- ❖ El análisis de clasificación jerárquica permitió agrupar los genotipos según su potencial productivo, de mayor a menor, en tres clases: I: cv. Rubí ; II: cv. Inco 30 y cv. Fuego; III: cv. Sureño y Gostoso.
- ❖ El tratamiento con 150 kg N·ha<sup>-1</sup> determinó el siguiente porcentaje de bulbos exportables respecto del total de bulbos normales: Fuego, 87 %; Sureño, 84 %; Inco 30, 82 %; Rubí, 77 % y Gostoso, 68 %.
- ❖ La fertilización nitrogenada incrementó la manifestación de malformaciones en todos los cultivares respecto del testigo sin fertilización, excepto Sureño que presentó mayores anomalías en el tratamiento testigo sin fertilizar.

## **BIBLIOGRAFÍA**

1. Burba, J. L.; Lanzavechia, S. y Ocañas, R. 2005. Rubí INTA. Una nueva cultivar de ajos colorados. En: IX Curso/Taller sobre Producción, comercialización e industrialización de ajo. Mendoza, INTA EEA La Consulta. p. 183.
2. 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. p. 105-112.
3. Gaviola, S. y Lipinski, V. M. 1999. Fuentes y dosis de nitrógeno en fertirrigación de ajo cv. Fuego-INTA. Horticultura Argentina, 18(44-45): 28-32.
4. Gaviola, S. y Lipinski, V. M. 2005. Ajo y cebolla. En: Echeverría, H. E. y F. O. García (eds.). Fertilidad de suelos y fertilización de cultivos. Editorial INTA. Buenos Aires, Argentina. Capítulo 23. p. 455-467.
5. Granval de Millán, N. y González, M. 2003. Efecto de la aplicación de humus y estiércol de gallina en diferentes cultivares de ajo en sistema de producción orgánica. En: VIII Curso/Taller sobre Producción, comercialización e industrialización de ajo. Mendoza, INTA EEA La Consulta. p. 95-96.
6. \_\_\_\_\_. 2005. Efecto de abonos alternativos para la producción orgánica de ajo colorado. En: IX Curso/Taller sobre Producción, comercialización e industrialización de ajo. Mendoza, INTA EEA La Consulta. p.123-124.
7. Hersi, A. 1996. Evaluation of some garlic (*Allium sativum* L.) cultivars for production in Gezira (Sudan). Sudan. Tesis Magister Scientiarum. University of Gezira. Faculty of Agriculture Science. 96 p.

8. InfoStat. 2002. InfoStat, versión 1.1. Manual del Usuario. Grupo InfoStat, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Córdoba. Editorial Brujas Argentina.
9. Jáuregui, M. A. y A. A Llop. 1984. Respuesta a los fertilizantes: divergencias entre los modelos Cate-Nelson y RLM. *Ciencia del Suelo* 2(2): 187-192.
10. Jáuregui, M. A. and Q. Paris. 1985. Spline response functions for direct and carry-over effects involving a single nutrient. *Soil Sc. Soc. of Am. J.* 49:140-145.
11. 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.* 13(2): 80-84.
12. Lipinski, V. M. y Gaviola, S. 2005. Color de «dientes» en ajos colorados afectados por tratamientos con nitrógeno. En: IX Curso/Taller sobre Producción, comercialización e industrialización de ajo. Mendoza, INTA EEA La Consulta. p. 115-116.
13. Lipinski, V. M. y Gaviola, S. 2006. Respuesta a la fertirrigación nitrogenada de cultivares monoclonales blancos de ajo (*Allium sativum* L.). *Horticultura Argentina* 25(58): 14- 20.
14. López, A. y Burba, J. L. 2003. Nivel de difusión nacional de las nuevas cultivares de ajo. En: VIII Curso/Taller sobre Producción, comercialización e industrialización de ajo. Mendoza, INTA EEA La Consulta. p. 29-30.
15. Messiaen, C.; Lallemand, J. and Briand, F. 1994. Varietal groups in garlic cultivars. *Acta Horticulturae* 358:157-159.
16. Pardo Roldán, A. and Marín, R. C. 2003. Clasificación de cultivares de ajo por métodos de análisis multivariado. *Agronomía Trop.* Vol. 53, N° 4, p. 10-21.
17. Pereyra, M. N. 2005. Situación actual y perspectivas de la producción regional de ajo en la Argentina. Provincia de Mendoza. En: IX Curso/Taller sobre Producción, comercialización e industrialización de ajo. Mendoza, INTA EEA La Consulta. p. 11-12.