

Fertilización nitrogenada y densidad de plantación en el cultivo de ajos (*Allium sativum* L.)¹

Agustín Aljaro Uribe² y Moisés Escaff Gacitúa²

INTRODUCCION

Como en la mayoría de las especies hortícolas, el éxito del cultivo del ajo está dado por la combinación de la productividad, expresada en rendimientos por unidad de superficie y de la calidad expresada fundamentalmente por el tamaño del bulbo. Productividad y calidad adquieren mayor importancia cuando este cultivo se establece con fines de exportación.

Existen antecedentes que señalan excelentes cosechas cuando el ajo se ha fertilizado con nitrógeno. También al estudiar el efecto de la densidad de plantación, se ha encontrado importantes respuestas que han significado incrementos considerables de los rendimientos y calidad.

En Chile, según la Sociedad Química y Minera (1969) la práctica de fertilizar el cultivo de ajos es una técnica poco difundida que solamente considera, en algunos casos, dosis bajas o moderadas.

Por otra parte observaciones personales del autor han puesto en evidencia que existen innumerables sistemas de plantación contemplándose plantaciones con rangos de 200 mil a 600 mil bulbos por hectárea.

Con el objeto de estudiar el efecto de distintos niveles de fertilización nitrogenada y densidades de plantación sobre el rendimiento y calidad del ajo, y determinar el equilibrio óptimo entre estas dos variables, se programó la presente investigación desarrollada durante la temporada de cultivo 1973-1974.

REVISION DE LITERATURA

La influencia marcada del nitrógeno sobre el crecimiento del ajo fue descrita por Couto (1956) quien observó que la deficiencia de este elemento durante el primer mes de desarrollo del cultivo provoca una clorosis apical de las hojas la cual se hace progresiva gradualmente hacia la base y desde el área central hacia los márgenes de las mismas.

El mismo autor, señala que la deficiencia del nitrógeno durante una etapa avanzada del cultivo provoca manchas púrpuras en las venas de las hojas localizándose principalmente en la base de ellas.

Zink (1963), por su parte indica que el ajo es una especie altamente exigente en N, P, K y extrae 182, 38 y 168 Kg/ha, respectivamente.

Singh *et al.* (1961), Bernardi *et al.* (1967), Singh y Tewari (1968) y Devjatova (1969) encontraron respuestas significativas, para rendimiento y calidad de bulbos, cuando se fertilizó con nitrógeno en dosis que fluctuaban entre 50 y 100 Kg/ha. Sin embargo, Cervato (1969), trabajando en un suelo de niveles medios de N, P₂O₅ y K₂O, obtuvo los mejores resultados cuando fertilizó el cultivo con una relación de N : K₂O de 1:2 ó 2:2. Este mismo autor no encontró respuesta al N cuando éste se aplicaba sin K₂O.

Pimpini (1970), corroborando lo señalado por Cervato (1969), encontró la máxima respuesta cuando fertilizó con 160 Kg/ha de N más 160 Kg/ha de K₂O. En Chile, Sotomayor (1975), indica que los rendimientos y calidad del ajo se incrementaron cuando el nivel de nitrógeno aplicado aumentaba de 0 a 256 Kg/ha. Señala, además, que los mejores resultados los obtuvo con las dosis más altas: 128 a 256 Kg N/ha.

Además del efecto significativo de la aplicación de nitrógeno sobre ajo, se ha deter-

¹Trabajo presentado a las XXV Jornadas Agronómicas, Santiago, noviembre de 1974.

Recepción originales: 13 de enero de 1975.

²Ings. Agrs., Programa Hortalizas, Estación Experimental La Platina, Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Casilla 5427, Santiago, Chile.

minado también que esta especie es muy sensible a la competencia por superficie de suelo. Al respecto Couto (1958) señaló que los rendimientos aumentaron cuando se dispuso un mayor distanciamiento, en especial sobre la hilera logrando la máxima productividad al dejar una separación entre hilera de 40 cm y sobre la hilera de 7,5 a 12,5 cm.

Pieris y Chanddiaratne (1946) ya había obtenido resultados similares a Couto y expresa que obtuvo los mayores rendimientos cuando dispuso un distanciamiento de 10 cm por 10 cm.

Genkov (1961) y Komissarov y Karlovich (1971) encontraron respuestas similares cuando dispusieron mayores distancias de plantación, encontrando la máxima calidad de bulbos a una distancia mayor y en disposición cuadrada; el último de los mencionados encontró el mayor rendimiento cuando dispuso 9 plantas en 270 cm² de suelo.

Por su parte Purewal y Dargan (1961) encontraron aumentos en los rendimientos cuando plantaron los ajos a una distancia de 15 cm por 15 cm y fertilizó con 100 Kg de nitrógeno por hectárea. Sin embargo, a una distancia de 15 cm por 7,5 cm con la misma fertilización, encontraron el mejor rendimiento económico por hectárea.

En Chile, Sotomayor (1975), señala que una alta densidad de plantación como 400.000 bulbos/ha, aumentó los rendimientos totales, pero decreció significativamente el tamaño de los bulbos. Sin embargo, expresa que combinando altas densidades con fuertes fertilizaciones nitrogenadas, es posible obtener buenas cosechas.

MATERIALES Y METODOS

En junio de 1973, en la Estación Experimental La Platina, Santiago, y en un suelo de textura franco arcillosa de la serie Maipo, se estableció una investigación de fertilizantes nitrogenados y densidad de plantación en ajos de tipo Rosado.

El ensayo se realizó con un diseño de parcelas subdivididas donde los tratamientos fueron cuatro niveles de nitrógeno: 0 - 75 - 150 y 225 Kg/ha y los subtratamientos cuatro poblaciones obtenidas por las siguientes distancias de plantación: a) 500.000 bulbos/ha al plantar 3 hileras de ajos en cada camellón distanciando a 10 cm sobre la hilera; b) 666.000 bulbos/ha al plantar con el mismo

distanciamiento 4 hileras en cada camellón; c) 1.000.000 bulbos/ha al plantar 3 hileras de ajos en cada camellón distanciando a 5 cm sobre hilera, y d) 1.333.000 bulbos/ha al plantar 4 hileras en cada camellón dejando una separación de 5 cm sobre la hilera.

Cada parcela estaba formada por tres camellones de 0,6 m de ancho (incluido el surco de riego de separación con el camellón siguiente) y de un largo de 2,5 m.

Previo a la plantación, un análisis de fertilidad del suelo indicó un pH de 7,4, un contenido de materia orgánica de 3%, una conductividad eléctrica en el extracto de saturación de 1,2 mmhos/cm y una disponibilidad baja de nitrógeno (17 ppm de nitrato + amonio), media de fósforo (9 ppm de P según el método de Olsen) y suficiente de potasio (194 ppm de K intercambiable).

100 Kg de P₂O₅ por hectárea se aplicó sobre todo el ensayo y el nitrógeno se agregó como salitre potásico¹ (15% N y 14% K₂O) en dos parcialidades iguales; la primera mitad antes de la plantación y la segunda cuando el cultivo presentaba entre 5 y 6 hojas verdaderas, 33 a 36 cm de altura, una longitud radicular de 9 a 10 cm y un diámetro de bulbillo de 1,5 a 2 cm.

El ensayo fue cosechado en diciembre de 1973, cuando el 75% de las plantas presentaban la madurez total. Posteriormente se realizó la labor de curado que permitió la eliminación del exceso de humedad de las hojas y de los bulbos; éstos además fueron limpiados, pesados y clasificados, de acuerdo a su diámetro, en las 5 categorías indicadas en la Figura 1.

Para el efecto del análisis de los resultados, los rendimientos fueron estudiados agrupando las 5 clasificaciones de bulbos antes mencionados en los 3 grupos siguientes: a) Rendimiento total; b) Rendimiento comercial que incluye las categorías flor, primera y segunda, y c) Rendimiento no comercial que incluye las categorías tercera, cuarta y desecho.

RESULTADOS Y DISCUSION

El análisis de varianza, como experimento factorial, indicó que hubo respuesta tanto al

¹En el presente trabajo se considera que el efecto de este fertilizante debe atribuirse al nitrógeno, ya que el potasio se encuentra disponible en cantidades suficientes y no se ha observado respuesta a este último elemento en los ensayos realizados anteriormente en estos suelos.

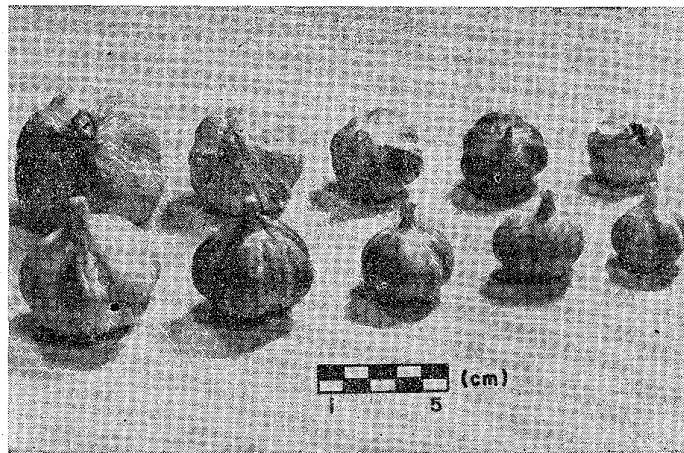


Figura 1 — Clasificación de bulbos según el diámetro. De izquierda a derecha: Ajo flor (diámetro superior a 53 mm), ajo primera (entre 45 y 52 mm), ajo segunda (entre 37 y 44 mm), ajo tercera (entre 32 y 36 mm) y ajo cuarta (diámetro inferior a 32 mm).

nitrógeno como a la densidad de plantación. Al mismo tiempo señaló un efecto significativo para la interacción entre ambas variables (Cuadro 1).

En base a los valores indicados en el Cuadro 1, se puede señalar que el efecto provocado por el nitrógeno sobre el rendimiento y calidad de los bulbos de ajo fue altamente favorable. Corroborando lo expresado por

Singh *et al.* (1968), Devjatova (1969) y Sotomayor (1975), se observa que al aumentar el nivel del nitrógeno se eleva la productividad en rangos que varía desde incrementos no significativos hasta niveles de alta significación dependiendo de la densidad de plantación que se disponga. Así por ejemplo, al utilizar una población de sólo 500 mil plantas/ha los incrementos de la dosis de N provocaron

Cuadro 1 — Rendimiento de ajos totales, comerciales y no comerciales obtenidos con diferentes dosis de nitrógeno y densidades de plantación. Estación Experimental La Platina 1973-1974.

Tratamientos:		Subtratamientos: Población de ajos por hectárea						
Kg nitrógeno/ha		500.000	666.000	1.000.000	1.333.000			
Rendimiento total (ton/ha)								
0	7.4	k ¹	7.9	jk	9.5	ghij	10.9	fgh
75	8.7	ijk	10.2	fghi	13.4	de	14.4	cd
150	9.3	hijk	11.4	fg	15.2	bcd	16.8	a
225	9.0	hijk	12.0	ef	15.9	abc	16.7	ab
Rendimiento comercial (ton/ha)								
0	4.4	fg	2.9	gh	3.6	hi	0.6	i
75	6.3	def	5.8	def	5.6	ef	5.5	ef
150	7.9	cd	9.3bc		10.8	ab	9.8	bc
225	7.7	cde	9.6bc		12.6	a	9.1	bc
Rendimiento no comercial (ton/ha)								
0	3.0	de	5.0	c	7.9	ab	10.3	a
75	2.4	ef	4.4	cd	7.8	ab	8.9	a
150	1.4	f	2.1	f	4.4	cd	7.0	b
225	1.3	f	2.4	ef	3.3	de	7.6	b

¹Dentro de cada categoría de ajos, los tratamientos que presentan la misma letra son iguales entre sí según la prueba de Duncan al 5%.

alzas en el rendimiento que no alcanzaron a un nivel de significación. En cambio cuando fueron dispuestos 1 millón o 1,3 millones de ajos/ha, con el aumento de la dosis de nitrógeno se logró productividades altamente significativas.

Este incremento de los rendimientos, provocados por el N, puede explicarse como la resultante del aumento de ajos comerciales (mayor calidad de bulbos), y de la disminución, en un grado inferior, de la productividad de ajos del tipo no comercial.

Los máximos rendimientos y la calidad superior de bulbos se encontró cuando se fertilizó con 150 y 225 Kg N/ha.

Por otra parte, al estudiar el efecto de las diferentes poblaciones, se observa que el incremento de ellas provocó aumentos considerables de los rendimientos totales, alcanzando incluso valores tan altos como 16,8 ton/ha cuando se dispuso la población 1,3 millones de ajos/ha.

Sin embargo, al detectar un efecto detri-

mental de esta variable sobre el rendimiento comercial (tamaño de los bulbos) y favorable sobre el no comercial, es posible afirmar que el incremento de la productividad total obedece exclusivamente al hecho de implantar una mayor dosis de semilla por superficie.

Genkov (1961), Komissarov (1971) y Sotomayor (1975) ya habían obtenido información similar a la indicada y corroborándolos, se extrae del presente estudio que el efecto detrimental de altas densidades de plantación sobre la calidad de los ajos, puede minimizarse e inclusive pueden recomendarse si es que el cultivo se fertiliza con nitrógeno en las dosis antes señaladas. En caso contrario las densidades máximas por hectárea, que no provocarían deterioro en la calidad de los bulbos, no deberán sobrepasar los 666 mil ajos.

El efecto de la interacción de las dosis de nitrógeno por densidad de plantas sobre el rendimiento y calidad de los ajos puede observarse en la Figura 2.

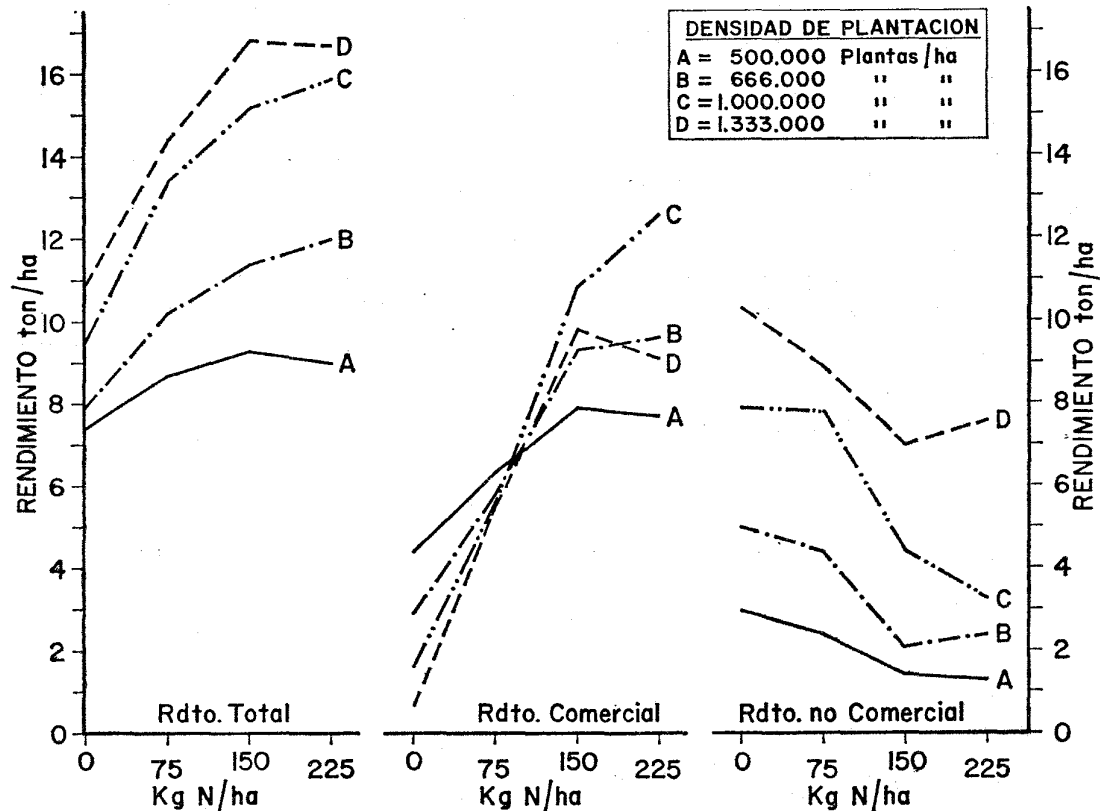


Figura 2 — Interacción dosis de fertilización nitrogenada y densidad de plantación sobre el rendimiento total, rendimiento comercial y rendimiento no comercial de ajos. Estación Experimental La Platina, 1973-1974.

La interacción positiva antes mencionada, queda en evidencia cuando se observa que los incrementos en la producción son de diversos grados según sea la dosis de N empleada y la población de ajos sobre la cual se ha aplicado.

Cuando se fertilizó la población 500 mil plantas/ha ninguno de los niveles de nitrógeno modificó los rendimientos totales. Para productividad comercial y no comercial el nivel 75 Kg N/ha mostró significación con respecto al testigo 0, sin embargo, los rendimientos logrados en estas categorías con dosis mayores no difirieron del nivel 75.

Si se analiza el efecto del N sobre una población de 666 mil ajos/ha se observan respuestas diferentes al caso anterior. En efecto, para rendimiento total el N provoca aumentos significativos en la producción total a partir del nivel 75 manteniéndose posteriormen-

te con las dosis mayores. Sobre el rendimiento comercial y no comercial las dosis 150 y 225 Kg N/ha provocaron aumentos notables de la producción, superando el incremento también significativo del nivel 75 Kg N/ha sobre el testigo 0.

Por último, en la interacción de las cuatro dosis de nitrógeno con las poblaciones 1 millón y 1,3 millones de plantas/ha se observó un incremento significativo de los rendimientos de ajos totales y comerciales cuando se aplicó 75 Kg N/ha. Este incremento fue ostensible hasta el nivel 150 el que no difirió del 225 Kg N/ha.

Sobre el rendimiento no comercial no se observó respuestas, sino sólo hasta cuando se aplicaron 150 ó 225 Kg N/ha niveles que redujeron considerablemente la proporción de ajos de calidad inferior.

CONCLUSIONES

- Se observó una interacción significativa entre las cuatro dosis de nitrógeno estudiadas y los cuatro niveles de población establecidos, encontrándose los más altos rendimientos y la máxima calidad de bulbos con la combinación de 150 Kg de nitrógeno/ha y 1 millón de plantas/ha.
- Cuando se dispuso densidades de plantación superiores o iguales a 666 mil ajos/ha, la fertilización nitrogenada incrementó los rendimientos y la calidad de los bulbos,

siendo 150 y 225 Kg de nitrógeno/ha las dosis más favorables.

- Al incrementar la densidad de plantación los rendimientos totales aumentaron en forma significativa, sin embargo, la calidad de los bulbos se deterioró fuertemente. La máxima productividad se encontró con poblaciones de 1 millón y 1,3 millones de plantas/ha y la mejor calidad de bulbos con las densidades de 500 mil y 666 mil ajos/ha.

R E S U M E N

Con el objeto de estudiar el efecto del nitrógeno y de la densidad de plantación sobre el rendimiento y calidad de cultivo del ajo, se realizó en 1973-1974 una investigación en la Estación Experimental La Platina, del Instituto de Investigaciones Agropecuarias. El suelo presentaba un nivel inicial de nitrógeno bajo, medio de fósforo y suficiente de potasio.

Se estudiaron 4 dosis de fertilizantes: 0-75-150 y 225 Kg de N/ha y 4 densidades de plantación: 500 mil, 660 mil, 1 millón y 1,3 millones de ajos/ha.

Se determinó interacción significativa entre los diferentes niveles de fertilizantes con las 4 densidades de plantación al encontrarse rangos variables en las respuestas del cultivo. La combinación 150 Kg de N/ha con 1 millón de plantas/ha fue la que presentó el equilibrio óptimo entre las 2 variables y con la cual se obtuvo los máximos rendimientos y la mayor calidad de bulbos.

Se encontró que los rendimientos y el tamaño de los bulbos se incrementaron considerablemente cuando poblaciones superiores a 666 mil plantas/ha se fertilizaron con dosis crecientes de nitrógeno. Los mejores resultados se obtuvieron cuando se aplicaron 150 y 225 Kg de nitrógeno/ha.

Altas densidades de plantación, como 1 millón o 1,3 millones de bulbos por hectá-

rea incrementaron los rendimientos totales, sin embargo, la calidad de los bulbos se vio fuertemente deteriorada. En poblaciones bajas se logró rendimientos que fluctuaron entre 7.4 y 12 ton/ha con una proporción de ajos de primera calidad del orden del 65 a 85% de acuerdo al nivel de nitrógeno aplicado.

S U M M A R Y

NITROGEN FERTILIZATION AND PLANT POPULATION IN GARLIC (*Allium sativum* L.)

Yield and quality of garlic (Valenciano Rosado) was studied at La Platina Experimental Station. Nitrogen was applied at 0-75-150 and 225 Kg/ha of N as Chilean nitrate (sodium-potassium nitrate, 15% N) with four different plant populations: 500.000 - 666.000 - 1.000.000 and 1.333.000 plants per ha.

Yield was affected by a significant interaction between nitrogen level and plant population. Maximum yield and quality (size) of garlic bulbs was obtained with 150 Kg of N and 1.000.000 plants per ha.

Yield and size of bulbs increased when 666.000 plants/ha or more were fertilized, particularly with 150 and 225 Kg of N/ha.

High plant population, i. e. 1.000.000 or 1.333.000 plants/ha improved total yield but size of bulbs decreased.

When low populations were fertilized with the different nitrogen levels, ranges of 7.4 to 12 ton/ha, were harvested, with 65 to 85% of marketable production.

LITERATURA CITADA

- BERNARDI, J. B., INFORZATO, R. and IGUE, T. 1967. The effects of N, P, K and minor element mixture on yields of garlic on acid soil of glacial origin. *Bragantia* 26. (Extractado de Hort. Abs. 39 (3): 594, 1969).
- CERVATO, A. 1969. Fertilizer experiments with garlic in Piacenza province. *Am. Fac. Agrar., S. Cuoure Milano* 10: 421-441. (Extractado de Hort. Abs. 41 (4): 1090, 1971).
- COUTO, F. A. A. 1956. Symptoms of mineral deficiency in garlic. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 68: 358-365.
- . 1958. Effect of spacing on yield of garlic. *Rev. Ceres* 10: 288-299. (Extractado de Hort. Abs. 28 (4): 591, 1958).
- DEVJATOVA, V. F. 1969. (Response of garlic to mineral fertilizers) *Himija sel'hoz* 7 (4): 27-8 (Extractado de Hort. Abs. 40 (2): 483, 1970).
- GENKOV, G. 1961. The influence of spacing and its arrangements on garlic. *Nauc. Tr. viss selskostop. Inst. G. Dimitrov, Sofia* 10: 311-30 (Extractado de Hort. Abs. 32 (3): 632, 1962).
- KOMISSAROV, V. A. and KARLOVICH, S. V. 1971. (Soil area, growth, development and yield of garlic). *Vestnik sel'skohozyaistvennoi Nauki* 16 (12): 73-75. (Extractado de Hort. Abs. 42 (2): 477, 1972).
- PIMPINI, F. 1970. Studies on the mineral fertilizing of garlic. *Rev. di Agr.* 3: 182-188 *Univ. di Padova, Italy* (Extractado de Hort. Abs. 42 (2): 477, 1972).
- PIERIS, H. A. and CHANDDIARATNE, M. F. 1946. Effect of spacing on garlic. *Trop Agriculturist* 102.
- PUREWAL, S. S. and DARGAN, K. S. 1961. Effect of fertilizers and spacing on the development and yield of garlic (*Allium sativum*). *Indian J. Agron.* 5: 262-8 (Extractado de Hort. Abs. 32 (4): 857, 1962).
- SINGH, J. R., SRIVASTAVA, R. P. and GAWAI, V. G. 1961. Studies in the nutrition of garlic (*Allium sativum* L.) with special reference to major elements. Part. I. *J. Sci. Res. Banaras Hindu Univ.* 12: 16-25 (Extractado de Hort. Abs. 33 (4): 735, 1963).
- , and TEWARI, J. 1968. Effects of source of organic manures and levels of nitrogen on growth characteristics of *Allium sativum* L. (garlic). *Indian J. Hort.* 25 (Extractado de Hort. Abs. 40 (2): 483, 1970).
- SOCIEDAD QUÍMICA Y MINERA DE CHILE, S. A. 1969. *Agenda del Salitre, Santiago de Chile.* Ajos. p. 351.
- SOTOMAYOR, R. I. 1975. Efecto de la fertilización nitrogenada y densidad de plantas en la producción de ajos. *Agricultura Técnica (Chile)* 35 (4): 175-178.
- ZINK, F. W. 1963. Rate of growth and nutrient absorption of late garlic. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 83: 579-584.