



Asociaciones entre clones y anomalías morfológicas en ajo "tipo colorado" (*Allium sativum* L.)

Associations between clones and morphologic abnormalities in red type garlic (*Allium sativum* L.)

Víctor Silvestri
Adriana López Frasca

Carlos Rigoni
Leonardo Togni

Originales
Recepción: 15/03/2007
Aceptación: 28/09/2007

RESUMEN

Con el objeto de detectar la influencia del genotipo en la presencia de anomalías morfológicas, se tomó una muestra de 200 bulbillos de cada uno de los 7 clones de ajo colorado, incluidos en un ensayo experimental en bloques completamente aleatorizados con 4 repeticiones, en un solo ambiente de expresión. En cada clon se computaron las proporciones de bulbos normales, pera, cebollón y doble. En los bulbos normales se midió la distribución de calibres. Se compararon las proporciones de anomalías entre los clones. Un clon se diferenció ($p < 0,05$) de los restantes por no poseer malformaciones y presentar un calibre promedio bajo. Utilizando en conjunto la información obtenida, se realizó un análisis de componentes principales y de conglomerado. Se utilizó la distancia euclidiana promedio y el método de ligamiento promedio. Los dos primeros ejes del análisis de componentes principales representaron el 74% de la variación de los datos. La información obtenida permitió reunir 3 grupos de clones por su asociación a calibres y anomalías morfológicas. El primer grupo formado por un clon sin anomalías y con mayor proporción de calibre 4 y 5; el segundo, de cuatro clones con presencia de ajo cebollón y el tercero, de dos clones asociados a los bulbos pera, dobles y de calibres 6. Se demostró la influencia del genotipo en la frecuencia de anomalías morfológicas.

ABSTRACT

With the object to detect the influence of the genotype in the presence of morphologic abnormalities, a sample of 200 took cloves of each of 7 clones of red garlic was taken included in an experimental essay in blocks completely randomized with 4 repetitions, in only one environment of expression. In every clone there were calculated the proportions of normal bulbs, pear-like bulbs, onion-like bulbs and double bulbs cloves. In the normal bulbs the distribution of calibres measured up. The proportions of abnormalities were compared between the clones. A clone differed ($p < 0.05$) of the remaining ones for not possessing malformations and a low average calibre presented. Using the obtained information as a whole, an analysis of principal components and of the clustering was made. The euclidean average distance and the method of average linkage was used. The first two axes of the analysis of the principal components represented 74% of the variation of the data. The obtained information allowed to assemble 3 groups of clones because of its association to calibres and morphologic abnormalities. The first group formed by a clone without abnormalities and with major proportion of calibre 4 and 5; the second one, formed by four clones with the presence of onion-like bulbs and the third one, of two clones associated with the pear-like bulbs, doubles bulbs cloves and of calibres 6. The influence of the genotype was demonstrated in the frequency of morphologic abnormalities.

Palabras clave

Allium sativum L. • malformaciones • efecto genotípico

Keywords

Allium sativum L. • malformations • genotypic effect

INTRODUCCIÓN

En el Plan Estratégico para el Ajo Argentino (PEAA 2015) se plantea que la Argentina, como segundo exportador mundial de ajos, debe ser un proveedor de ajos nobles, de guardia, diferenciados, a partir de la pureza varietal y la certificación de la calidad (2). Uno de los graves problemas que disminuye la calidad comercial es la aparición de anomalías morfológicas que aparecen en los distintos tipos clonales.

El ajo "tipo colorado" representa el 40% de la superficie de ajo plantada (10.733,43 ha) en la provincia de Mendoza, Argentina en el período agrícola 2006/2007, según el Instituto de Desarrollo Rural (IDR) (6). En este tipo clonal se manifiestan con más frecuencia anomalías consideradas defectos comerciales como: ajo pera, bulbillos dobles y ajo cebollón (3, 8, 9, 10).

Se ha encontrado un incremento de malformaciones en cultivos de ajo irrigados con efluentes cloacales y con agua de perforación más fertilización, y además de dichas causas ambientales, se plantea la existencia de causas genéticas como origen de las mismas (4). Silvestri et al. (13, 14) encontraron una mayor incidencia de defectos comerciales en épocas tempranas de plantación y una asociación de los defectos con determinados clones. Lipinski y Gaviola (7) concluyeron que la fertilización nitrogenada incrementó la manifestación de malformaciones en todos los cultivares, excepto en uno de los clones incluidos en el ensayo.

Partiendo de la hipótesis de la existencia de variabilidad genética en la incidencia de anomalías, se propuso estimar la influencia del genotipo en la manifestación de las anomalías más frecuentes que se presentan en ajos "tipo colorado" del Grupo IV (1).

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante el ciclo productivo 2004/2005, en la localidad de Chacras de Coria, Mendoza, Argentina, a 921 msnm (32°59'S, 68°52'W) se evaluaron clones de ajo "tipo colorado" del Grupo IV, plantados en suelo franco arcilloso, con un contenido de nitrógeno total mediano (793 mg kg⁻¹), en el que se incorporó una dosis de 150 kg de N/ha en dos oportunidades previo a la bulbificación.

Se tomó una muestra de 200 bulbillos de cada uno de los 7 clones incluidos en un ensayo experimental, en un diseño en bloques completamente aleatorizados con 4 repeticiones, plantado al inicio de abril. En cada clon se computaron las proporciones de bulbos normales, pera, cebollón y doble. En los bulbos normales se midió la distribución de calibres con el objeto de establecer la relación con anomalías.

Se compararon las anomalías morfológicas a través de la prueba de diferencia de proporciones, para muestras independientes. La media y la varianza de calibres fueron comparadas entre los clones por las pruebas de T para muestras apareadas y F para igualdad de varianza, respectivamente.

Con la información obtenida se realizó un análisis de componentes principales y de conglomerado. Se utilizó la distancia euclidiana promedio y se aplicó el método de ligamiento promedio. El análisis fue realizado mediante el programa InfoStat (5). Se recurrió a una prueba de χ^2 para determinar la independencia de los clones y los tipos de anomalías; posteriormente se realizó un análisis de los residuos ajustados que permiten conocer el tipo y dirección de la asociación (12).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las tablas 1 y 2 se indican las comparaciones de defectos comerciales y de calibres.

Tabla 1. Comparación de las proporciones totales de anomalías morfológicas entre los clones.

Clones	C19 C105 C106 C107 C108 C109						
	Proporciones de anomalías	0,13	0,09	0,09	0,07	0,10	0,10
Tempranillo	0	**	**	**	**	**	**
C19	0,13		ns	ns	*	ns	ns
C105	0,09			ns	ns	ns	ns
C106	0,09				ns	ns	ns
C107	0,07					ns	ns
C108	0,10						ns

Tabla 2. Comparación de calibres medios y sus varianzas (arriba y debajo de la diagonal de cada celda).

Clones	medias varianzas	Clones						
		Tempranillo	C19	C105	C106	C107	C108	C109
		4,63	5,18	5,27	5,06	4,92	5,26	5,10
Tempranillo	0,27		**	**	**	**	**	**
C19	0,41			ns	**	**	ns	ns
C105	0,33				ns	**	ns	**
C106	0,38					**	*	ns
C107	0,47						**	**
C108	0,49							ns
C109	0,44							

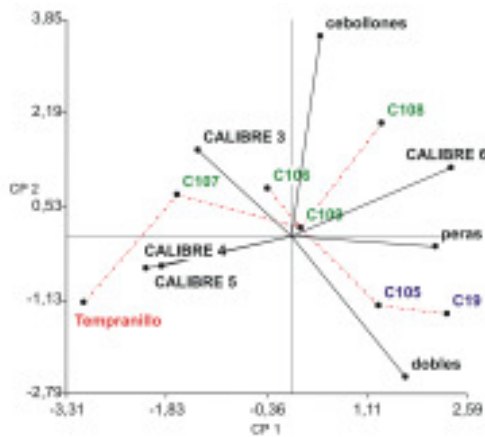
** diferencias significativas para $p \leq 0,05$
 * diferencias significativas para $p \leq 0,10$
 ns diferencias no significativas

Se destaca el clon Tempranillo (11) por no poseer defectos comerciales y por mostrar la distribución de calibre más homogénea, con el menor valor medio. El C105 se destaca por un mayor calibre con distribución homogénea, aunque con presencia de defectos.

En el análisis de componentes principales, los dos primeros ejes representaron el 74% de la variación de los datos y el valor de correlación cofenética fue 0,95. El primer eje (CP1) permitió diferenciar clones asociados a una mayor proporción de bulbos con calibre 6 y anomalía tipo pera, en un extremo y en el opuesto, clones sin anomalías (pera, doble cebollón) y de calibres 4 y 5. El segundo eje separó clones por su asociación a los bulbos tipo cebollón, en un extremo y en el opuesto, clones que presentaban un mayor porcentaje de bulbos dobles (figura 1).

Por medio del árbol del recorrido mínimo (ARM) se observó en el plano de los dos primeros componentes la distancia entre los clones.

En el análisis de conglomerado, el valor más elevado de correlación cofenética (0,77) se estimó a través del método de ligamiento promedio, usando la distancia euclídea promedio. Este valor indica una representación adecuada de la información obtenida, la que permitió reunir en 3 grupos de clones por su asociación de calibres y anomalías (figura 2).



El ARM se indica con una línea discontinua de color rojo.

Figura 1. Análisis de componentes principales del % de los tipos de anomalías y calibres de clones ensayados.

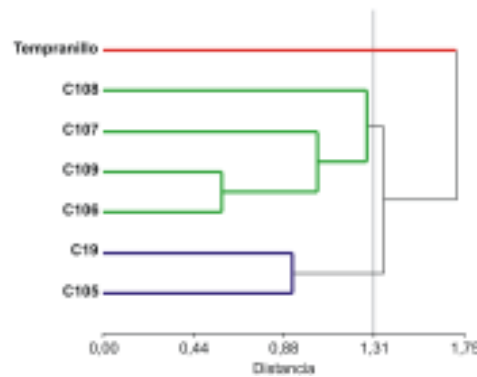


Figura 2. Agrupamiento de clones por sus calibres y tipos de anomalías.

Un grupo se formó con el clon Tempranillo sin anomalías y con mayor proporción de bulbos con calibres 4 y 5. En un segundo grupo se asociaron los clones C19 y C105, con mayor proporción de bulbos peras y dobles. Finalmente, en un tercer grupo se reunieron los restantes clones con mayor proporción de bulbos tipo cebollón

y con calibres cercanos al promedio. Estos resultados fueron confirmados a través de un análisis de χ^2 y de residuos ajustados de las frecuencias absolutas.

En primer término se probó si existía un efecto aleatorio entre clones y la presencia o ausencia de anomalías. El $\chi^2_{6; 0,05} = 26,46$ fue significativo, poniendo de manifiesto la existencia de asociación (tabla 3). Se detecta en el clon C19 una elevada presencia de anomalías, pues el valor estimado del residuo ajustado estuvo por encima de lo esperado (2,60); en el clon Tempranillo el valor del residuo ajustado fue de -4,47 lo cual indica baja o nula frecuencia de anomalías.

Tabla 3. Residuos ajustados de contrastes entre clones y bulbos con o sin anomalías morfológicas.

Clones	Tempranillo	C105	C106	C107	C108	C109	C19
Bulbos con anomalías	-4,47	0,76	0,36	-1,22	1,01	0,93	2,60
Ausencia de anomalías	4,47	-0,76	-0,36	1,22	-1,01	-0,93	-2,60

Valores que aparecen en negrita son significativos comparados con el valor crítico 1,96 para una $p \leq 0,05$. $\chi^2_6 = 26,46$ $p = 0,002$

El clon Tempranillo, al presentar frecuencias cero en cada uno de los tipos de anomalías, se excluyó de los análisis donde se consideraron las mismas.

La prueba de χ^2 pone de manifiesto una asociación entre el clon y la presencia de los tipos de anomalías: en tal caso el $\chi^2_{10; 0,05} = 44,76$ fue significativo.

En el análisis de residuos ajustados, entre clones y tipos de anomalías, se detectó en el clon C105 una mayor frecuencia de bulbos dobles y fue menor en bulbos tipo cebollón; en los clones C106 y C108 hubo una frecuencia más elevada de bulbos tipo cebollón y menor presencia de bulbos doble, y en el clon C19 se evidenció baja presencia de bulbos tipo cebollón pero se dio alta presencia de bulbos tipo pera y doble, por encima de la frecuencia esperada (tabla 4).

Tabla 4. Residuos ajustados de contrastes entre clones y tipos de anomalías.

Anomalías	Clones					
	C105	C106	C107	C108	C109	C19
Cebollón	-2,22	2,42	1,50	2,95	0,37	-4,13
Doble	3,66	-2,83	-0,97	-3,03	0,32	2,26
Pera	-1,22	0,21	-0,63	-0,15	-0,68	2,10

Valores que aparecen en negrita son significativos comparados con el valor crítico 1,96 para una $p \leq 0,05$. $\chi^2_6 = 44,78$ $p = 0,0001$

En la tabla 5 (pág. 48) se presentan los contrastes entre clones por los tipos de anomalías, en los que el χ^2 fue significativo ($p \leq 0,05$); también se observan los signos de los residuos ajustados que permiten conocer la dirección de la asociación. En los contrastes registrados (tabla 5 a) se advierte que el clon C106 con un residuo ajustado de 2,86 tiene una frecuencia mayor de ajos cebollones, por encima de lo esperado ($p \leq 0,05$) que el conjunto de los clones C19+C105; el clon C108 con un valor de 2,06 tiene una frecuencia superior de ajo cebollones que el conjunto de los

clones C19+C105+C106 mientras que el conjunto de clones C19+C105 presenta una frecuencia mayor de ajos peras que los clones C106 y 108. En los contrastes (tabla 5 b) se confirma la mayor presencia de ajos dobles en el conjunto C19+C105.

Tabla 5. Residuos ajustados y χ^2 de contrastes entre clones y tipos de anomalías en tablas de 2x2.

5.a		Contraste I		Contraste II	
		$\chi^2_1 = 8,20$ $p = 0,0042$		$\chi^2_1 = 4,25$ $p = 0,039$	
Anormalidades	C106	C19+C105	C108	C19+C105+C106	
Cebollón	2,86	-2,86	2,06	-2,06	
Pera	-2,86	2,86	-2,06	2,06	

5.b		Contraste III		Contraste IV	
		$\chi^2_1 = 14,79$ $p = 0,0001$		$\chi^2_1 = 10,45$ $p = 0,0012$	
Anormalidades	C106	C19+C105	C108	C19+C105+C106	
Dobles	-3,85	3,85	-3,23	3,23	
Pera+cebollón	3,85	-3,85	3,23	-3,23	

Valores que aparecen en negrita son significativos comparados con el valor crítico 1,96 para una $p \leq 0,05$.

Estas asociaciones indican una clara influencia del genotipo en la presencia de los tipos de anomalías, mencionada como posible por Burba (3), Fasciolo (4), Portela (9) y Silvestri (13, 14).

Cabe consignar que sería conveniente reunir la información existente de grupos de genotipos ensayados en distintos ambientes de expresión (años, épocas de plantación, fertilización, riego, condiciones de almacenamiento, etc.) con el objeto de buscar asociaciones entre los genotipos y los ambientes que permitan comprender los disparadores de la expresión de cada anomalía en los clones específicos.

CONCLUSIÓN

La ausencia de anomalías en el clon Tempranillo, la mayor incidencia de ajos peras y dobles en los clones C19 y C105 y la asociación de los clones C108 y C106 con los ajos cebollones, confirman la influencia del genotipo en la manifestación de estas anomalías morfológicas.

BIBLIOGRAFÍA

- Burba, J. L. 1991. Caracterización de cultivares y tipos clonales de ajo obtenidos e introducidos en Argentina. En: Curso/Taller sobre Producción, Comercialización e Industrialización de Ajo (1 y 2, 1989 y 1991, Mendoza). Mendoza, INTA Centro Regional Cuyo. p. 76-79. (Agro de Cuyo, Jornadas, 1).
- _____. 2007. La clave es la calidad certificada. Buen año para el ajo. Diario Los Andes, Suplemento Finca. Sección F; p. 1-2. Mendoza 10 de marzo de 2007.

3. _____; Alemany, M. V.; Cid, R.; De Azevedo, A. B. 1987. Anormalidades morfológicas en la bulbificación de ajo (*Allium sativum* L.). Rev. Cs. Agrop. 5: 45-55.
4. Fasciolo, G. E.; Gabriel, E.; Morábito, J.; Tosí, F. 2005. Impacto agroeconómico del riego con efluentes domésticos tratados en cultivos de ajo y cebolla. www.inta.gov.ar/mendoza/Jornadas/Trabajospresentados/Fasciolo.pdf 01/03/2007
5. InfoStat ver. 2006 Software Estadístico. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
6. Instituto de Desarrollo Rural. 2007. Relevamiento Hortícola Provincial. Período 2006-2007. Mendoza, Argentina. <http://www.idr.org.ar/> 10/03/2007
7. Lipinski, V. M.; Gaviola, S. 2006. Evaluación del rendimiento y calidad de cultivares de ajo colorado fertirrigados con nitrógeno. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. UNCuyo. 38(2): 37-48.
8. Portela, J. A. 1995. Malformaciones en la bulbificación de ajo. En: Curso/Taller sobre Producción, Comercialización e Industrialización de Ajo (6, 1999, Mendoza). Mendoza, INTA EEA La Consulta. p. 101-102.
9. _____. 1997. Anormalidades fisiogénicas en el cultivo del ajo. Malformaciones. En: J. L. Burba ed. 50 temas sobre producción de ajo. Mendoza, INTA EEA La Consulta. Vol. 3. p. 294-311.
10. _____. 2005. "Ajo cebollón", una anomalía en la bulbificación que comienza a ser importante. En: Curso/Taller sobre Producción, Comercialización e Industrialización de Ajo (9, 2005, Mendoza). Coord. por José Luis Burba. Mendoza, INTA EEA La Consulta. p. 105-108.
11. Rigoni, C.; Silvestri, V.; López Frasca, A. 2005. Tempranillo, un nuevo cultivar de ajo "tipo colorado". En: Curso/Taller sobre Producción, Comercialización e Industrialización de Ajo (9, 2005, Mendoza). Mendoza, INTA EEA La Consulta. p. 43-44.
12. Ruiz-Maya, L.; Martín Pliego, F. J.; Montero, J. M.; Uriz Tome, P. 1995. Análisis estadístico de encuestas: datos cualitativos. Editorial AC, Madrid.
13. Silvestri, V.; López Frasca, A.; Rigoni, C. 1999. Defectos de clones experimentales de ajo "colorado". En: Curso/Taller sobre Producción, Comercialización e Industrialización de Ajo (6, 1999, Mendoza). Mendoza, INTA EEA La Consulta. p. 101-102.
14. _____. Rigoni, C.; López Frasca, A.; Togno, L. 2004. Agrupación de clones experimentales de ajo "tipo colorado" *Allium sativum* L. por sus calibres y defectos comerciales. XI Jornadas de Investigación y Docencia. Facultad de Ciencias Agrarias. UNCuyo. Mendoza.

Agradecimiento

Al Prof. Carlos Rubén Bageta por las sugerencias realizadas para el análisis de la información.



Miriam Gladys Holgado
Profesora Ingeniera Agrónoma
Cátedra de Zoología Agrícola
Facultad de Ciencias Agrarias - UNCuyo

María Luz Gasparini
Ingeniera Agrónoma
EEA - INTA Junín
Mendoza

Mendoza - Argentina
Septiembre 2007