

Efecto de una generación de endocria sobre caracteres vegetativos y productivos en dos estructuras familiares de alcaucil

Vanina P. Cravero¹; Fernando S. López Anido; Enrique L. Cointry

CONICET, Cátedra de Genética, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario. C.C. 14. (2123) Zavalla, Santa Fe, Argentina; E-mail: vcravero@fcagr.unr.edu.ar

RESUMEN

El alcaucil (*Cynara scolymus* L.) es una especie alógama cuyos cultivares no son aptos para ser propagados a través de semillas debido a su elevada heterocigosis. Para obtener materiales genéticamente homogéneos es necesario producir líneas endocriadas que pueden ser utilizadas directamente u obtener híbridos a través de ellas. Los objetivos del presente trabajo fueron evaluar el efecto de una generación de endocria sobre los caracteres tanto vegetativos como productivos y determinar la existencia de variabilidad genética entre las familias S_1 a través de la estimación del Grado de Determinación Génico (G.D.G.) en dos estructuras familiares diferentes. Se utilizaron 2 conjuntos de familias S_1 provenientes uno de ellos de cruzamientos dirigidos entre clones y el otro por cruzamientos al azar de los mismos clones. Se evaluaron, en plantas individuales, caracteres productivos y vegetativos. Los resultados obtenidos ponen de manifiesto la importancia del material de origen para la obtención de líneas con buen comportamiento agronómico. La generación S_1 originada de plantas *half-sibs* no sería la más adecuada para la obtención de líneas ya que manifestaron una mayor depresión endogámica para la mayoría de los caracteres que las originadas de plantas *full-sibs*. Si bien los principales caracteres de interés selectivo manifestaron depresión endogámica, la variabilidad existente entre conjuntos, entre familias S_1 y entre plantas dentro de familias permitiría elegir plantas individuales con buenas características agronómicas adecuadas para continuar el proceso de endocria o para ser propagadas clonalmente.

Palabras-clave: *Cynara scolymus* L., estructura familiar, líneas endocriadas, Grado de Determinación Génico.

ABSTRACT

Effect of one generation of selfing over vegetative and productive traits in two family structures of globe artichoke

Globe artichoke (*Cynara scolymus* L.) is an allogamous species where vegetative propagated cultivars are not suitable for seed multiplication due to their high heterozygous condition. To obtain homogeneous materials, the inbreeding process is necessary. Inbred lines could be used as cultivars or in hybrid combinations. The effect of one generation of selfing over vegetative and productive traits were evaluated. The Genetic Determination Coefficient was estimated in two different family structures. Two sets of S_1 families were originated: one from crosses between clones and the other through open pollination of the same clones. These assays were implanted in the field, in Zavalla, Argentina. The vegetative and reproductive characters were evaluated in a single plant. The importance of the starting material to obtain lines with adequate agronomic performance was demonstrated: S_1 families originated from half-sib plants presented a strong endogamic depression in the majority of the traits in comparison to those obtained from full-sibs. Although all characters manifested endogamic depression after one generation of selfing, a genetic variability still remained among sets, among families and plants within families. As a consequence, it could be possible to select elite plants to continue the inbreeding process or to be vegetatively propagated as clones.

Keywords: *Cynara scolymus* L., family structures, inbreeding lines, genetic determination coefficient.

(Recebido para publicação em 13 de dezembro de 2000 e aceito em 22 de abril de 2002)

El alcaucil (*Cynara scolymus* L.) es una especie semiperenne, hermafrodita, en la cual, la protandria y la polinización por insectos incrementan el porcentaje de alogamia (Ryder *et al.*, 1983; Basnizki & Zohary, 1994); sin embargo, la floración centripeta permite la autopolinización a nivel de capítulo (gitonogamia).

La propagación de este cultivo es preponderantemente de tipo vegetativo, a través de hijuelos (multiplicación clonal), lo que trae aparejados una serie de inconvenientes tales como baja tasa

de multiplicación; gran heterogeneidad en el vigor y en la producción; diseminación de enfermedades criptogámicas, bacterianas y virósicas y; fundamentalmente, elevados costos de transplante.

La necesidad de amortizar estos costos indujo a los agricultores a establecer un cultivo plurianual (3-4 años), lo que resultó en un deterioro de las condiciones sanitarias del terreno, con la diseminación de parásitos y vectores de agentes patógenos (Mauromicale *et al.*, 1989). Una

importante contribución para superar estos inconvenientes vendría determinada por la propagación vía semillas, no obstante, las plantas de semilla suelen ser más heterogéneas, con producciones a veces de calidad muy inferior, debido a la alta heterocigosis de los clones de los cuales se deriva la semilla.

El mercado requiere productos homogéneos en cuanto a color, calidad, peso y forma del capítulo, resultando entonces necesario recurrir a la producción de líneas endocriadas ya sea

¹ El presente trabajo forma parte del trabajo de tesis para optar al grado académico de Magister Scientiae (U.N.R.-INTA)

Tabla 1. Análisis de variancia entre generaciones (S_0 - S_1) para las variables peso (PCP), diámetro (DCP) y altura (ACP) del capítulo principal, diámetro (DFO), altura (AFO) y peso (PFO) del fondo, altura (APL) y diámetro (DPL) de planta, días a cosecha (DAC), rendimiento total (RTO) y de mercado (MER) en el grupo de materiales provenientes de *full-sibs*. Santa Fe, Universidad Nacional de Rosario, 1997.

		PCP	DCP	ACP	DFO	AFO	PFO
REPETICION	S.C.	117.54	1.39	0.01	0.31	0.00	169.36
	C.M.	117.54	1.39	0.01	0.31	0.00	169.36
GENERACIÓN	S.C.	56879.90	28.52	47.86	47.67	7.03	28448.36
	C.M.	1115.29	0.56	0.94	0.93	0.14	557.81
F		0.10539	2.49160	0.01460	0.32844	0.00196	0.30361

		APL	DPL	DAC	RTO	MER
REPETICION	S.C.	24114.28	145.83	4275.57	5220433.78	21030423.80
	C.M.	24114.28	145.83	4275.57	5220433.78	21030423.80
GENERACIÓN	S.C.	20283.92	14241.90	7078.56	19935269.50	21811406.50
	C.M.	397.72	279.25	138.80	390887.64	427674.64
F		60.63071**	0.52221	30.80484**	13.35533**	49.17389**

** $p < 0.01$

para ser utilizadas como tales o para la obtención de híbridos uniformes (Pecaut, 1993). Como consecuencia directa del proceso de obtención de líneas e independientemente del sistema de apareamiento utilizado, se produce la reducción del valor fenotípico medio mostrado por los diferentes caracteres conectados con la capacidad reproductiva o la eficiencia fisiológica del cultivo, fenómeno conocido como *depresión endogámica* (Falconer & Mackay, 1996).

En la mayoría de las especies alógamas, esta depresión comienza en la primera generación de autofecundación pudiendo afectar severamente el proceso de endogamia aunque no necesariamente inhibirlo (Hallauer & Miranda, 1995). Sin embargo su manifestación depende tanto del genotipo como de las acciones génicas involucradas en la determinación del carácter (Pearson, 1983).

Para la obtención de materiales híbridos que permitan explotar el fenómeno de la heterosis, es necesario contar con líneas endocriadas genéticamente divergentes. En tal sentido, la heredabilidad en sentido amplio permite determinar la importancia relativa de la variabilidad genética en el marco de la variación total observada en el conjunto de líneas S_1 .

Los objetivos del presente trabajo fueron evaluar el efecto de una generación de endocria sobre caracteres

tanto vegetativos como productivos y determinar la existencia de variabilidad genética entre las familias S_1 a través de la estimación del grado de determinación génica (G.D.G.) en dos estructuras familiares diferentes.

MATERIAL Y METODOS

A partir de una población de familias de hermanos completos (*full-sibs*) y otra de medios hermanos (*half-sibs*), ambas originadas de una misma población base de clones, se seleccionaron 11 y 17 plantas, respectivamente. Las mismas fueron autofecundadas dando origen a dos *sets* de familias S_1 , los cuales fueron implantados en 1996 y 1997, respectivamente, en el Campo Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Rosario, Argentina (33° 01' LS; 60° 53' LO) utilizándose diseños completamente aleatorizados en parcelas de 8 plantas con tres repeticiones por familia.

Las plantas se distribuyeron en surcos separados entre sí por 140 cm y con una distancia de 80 cm entre plantas dentro del surco. Las plantas madres fueron multiplicadas vegetativamente a través de hijuelos, lográndose tres repeticiones de cada una, las cuales fueron implantadas junto al *set* de S_1 respectivo y sometidas a idéntico tratamiento.

La evaluación se efectuó sobre ambos *sets*, durante los años 1997 y 1998 respectivamente, tanto a nivel familiar como de planta individual, considerándose diferentes variables, todas ellas utilizadas como descriptores en esta especie: a) Vegetativas (altura y diámetro de la planta); b) Fenológicas (días a primera cosecha: días transcurridos desde la fecha de implantación y la fecha de cosecha del capítulo principal); c) Productivas (peso, altura y diámetro del capítulo primario; peso, diámetro y altura del fondo del capítulo; rendimiento total por planta y calidad: evaluada en escala de 0 a 1 con intervalos de 0.25, considerando la forma, compacidad y presencia de espinas en el capítulo; correspondiendo los valores inferiores a los capítulos de menor calidad y viceversa). Se consideró el rendimiento de mercado como una variable ponderada entre el rendimiento total y la calidad del capítulo.

En ambos *sets*, de manera independiente, se determinó el grado de depresión por endocria para cada una de las variables mediante un análisis de variancia con el siguiente modelo: $X_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$; donde X_{ij} es el valor observado; μ , la media general del experimento; τ_i , el efecto de la generación ($S_0 - S_1$) y ε_{ij} , el error experimental. Posteriormente se efectuó un test de comparación de valores

Tabla 2. Análisis de variancia entre generaciones (Parental-S₁) para las variables peso (PCP), diámetro (DCP) y altura (ACP) del capítulo principal, diámetro (DFO), altura (AFO) y peso (PFO) del fondo, altura (APL) y diámetro (DPL) de planta, días a cosecha (DAC), rendimiento total (RTO) y de mercado (MER) en el grupo de materiales provenientes de *half-sibs*. Santa Fe, Universidad Nacional de Rosario, 1998.

		PCP	DCP	ACP	DFO	AFO	PFO
REPETICION	S.C.	24722.53	12.74	2.03	4.75	1.00	2917.29
	C.M.	24722.53	12.74	2.03	4.75	1.00	2917.29
GENERACIÓN	S.C.	168514.90	44.70	65.09	44.25	44.52	36551.70
	C.M.	1296.27	0.34	0.50	0.34	0.34	281.17
F		19.0721**	37.0614**	4.0547*	13.9595**	2.9107	10.3759**

		APL	DPL	DAC	RTO	MER
REPETICION	S.C.	7734.75	531.70	1741.33	24681431.60	60877342.30
	C.M.	7734.75	531.70	1741.33	24681431.60	60877342.30
GENERACIÓN	S.C.	65171.54	73052.98	8156.20	28458049.30	26442974.30
	C.M.	501.32	561.95	62.74	218908.10	203407.50
F		15.4288**	0.9462	27.7547**	112.7479**	299.2876**

* p < 0.05 ** p < 0.01

medios (LSD) entre ambas generaciones (parental – filial) a fin de establecer qué familias manifestaron el fenómeno de depresión endogámica (Falconer & Mackay 1996).

Previo al análisis de los datos, las variables que no presentaron una distribución normal fueron transformadas mediante \sqrt{x} (Sokal & Rohlf, 1967).

Se estimaron los valores de heredabilidad en sentido amplio (G.D.G.) para todos los caracteres evaluados en ambos grupos de familias y su respectivo error estándar mediante:

$$h^2 = \frac{(C.M_f - C.M_e)/r}{\{(C.M_f - C.M_e)/r\} + C.M_e}$$

$$SE(h^2) = [2/(n_1 + 2) + 2/(n_2 + 2)] * (1 - h^2);$$

Donde C.M_f y C.M_e son los cuadrados medios correspondiente a las familias y al error del respectivo tratamiento y n₁ y n₂ representan los grados de libertad de las fuentes de variación generación y error, respectivamente (Vello & Vencovsky, 1974).

RESULTADOS Y DISCUSION

La endocria produce la disminución de la mayoría de los caracteres de tipo cuantitativo debido a un incremento en

la frecuencia de loci deletéreos recesivos y algún sesgo introducido como resultado de la acción génica epistática. Este fenómeno se manifestó en forma diferencial en cada una de las estructuras familiares analizadas. Mientras los materiales S₁ provenientes de plantas *full-sibs* sólo manifestaron depresión endogámica para los caracteres altura de planta, días a cosecha, rendimiento y rendimiento de mercado (Tabla 1), aquellos provenientes de plantas *half-sibs*, lo hicieron para todos los caracteres excepto diámetro de planta y altura de fondo (Tabla 2).

La disminución de la altura de la planta se observó en todas las familias originadas de materiales *full-sibs* (Tabla 3) y en un 50% de las familias *half-sibs* (Tabla 4); Lo que motivó que la altura se reduzca un 45% por término medio en el primer grupo y solo el 15% en el segundo.

Por su parte, el diámetro de la planta no se vio afectado en ninguno de los dos conjuntos, lo cual produjo que las plantas del primer *set* mostraran una tendencia a producir progenies más achaparradas.

Con respecto a los días a cosecha, se advirtió en el primer grupo, una reducción de 16 días en promedio, no siendo significativa en solamente dos de las 11 familias (Tabla 3), mientras que en el segundo se presentó una situación

fue inversa, prolongándose el período a cosecha en siete días y en 10 de las 17 familias (Tabla 4).

Para rendimiento y rendimiento de mercado también se observó que la depresión por endogamia fue diferente en ambos grupos. Mientras que para rendimiento la depresión media en el primer *set* fue de 36%, en el segundo fue de 47%, para rendimiento de mercado fue del 68 y 79%, respectivamente (Tablas 3 y 4). Las diferencias observadas entre el rendimiento y el rendimiento de mercado se deben la aparición de una mayor cantidad de defectos relacionados a la calidad del producto que se pone de manifiesto en la baja del rendimiento de mercado.

Desde el punto de vista genético la disminución en los valores promedio se produce como consecuencia de la presencia de acciones génicas no aditivas en la determinación del carácter. Tanto Scarascia Muggnozza & Pacucci (1973) como Pecaut (1993), a través de la evaluación de progenies obtenidas por cruzamientos entre diferentes clones constataron que algunos caracteres vegetativos y productivos manifestaron heterosis, por lo que estarían operando efectos genéticos de tipo no aditivos.

En el primer *set*, los principales caracteres sobre los que estaría actuando este tipo de acción génica serían altura

Tabla 3. Cuadro de comparación de los valores medios de madres (S_0) e hijas (S_1) a través del test de diferencia de medias (LSD) para las variables peso (PCP), diámetro (DCP) y altura (ACP) del capítulo principal, diámetro (DFO), altura (AFO) y peso (PFO) del fondo, altura (APL) y diámetro (DPL) de planta, días a cosecha (DAC), rendimiento total (RTO) y de mercado (MER) en el grupo de materiales provenientes de *full-sibs*. Santa Fe, Universidad Nacional de Rosario, 1997.

		PCP	DCP	ACP	DFO	AFO	PFO	APL	DPL	DAC	RTO	MER
1	S_0	207.00	7.75	9.25	5.55	1.70	70.00	111.50	161.00	217.00	2697.25	2697.25
	S_1	231.03	8.39	9.42	6.82	1.98	73.75	64.25	151.69	201.81	1142.30	313.87
2	S_0	208.70	8.00	10.50	5.50	2.10	63.00	71.00	132.50	205.00	1655.50	1655.50
	S_1	272.55	8.82	10.70	6.11	1.93	77.58	55.95	153.05	182.79	1225.72	342.40
3	S_0	258.50	9.75	8.75	6.50	1.60	69.50	116.50	128.00	210.00	1953.50	1953.50
	S_1	213.53	8.58	8.32	6.23	1.75	54.97	76.03	149.33	198.12	1172.76	509.29
6	S_0	314.50	9.50	9.25	7.67	2.35	133.00	132.50	161.50	229.00	1337.00	1337.00
	S_1	256.29	8.59	9.46	6.89	2.19	82.06	66.18	152.82	209.24	1227.03	710.83
9	S_0	251.75	9.25	9.25	6.50	1.60	81.50	131.15	190.00	214.00	3017.25	3017.25
	S_1	236.94	8.78	8.91	6.94	1.91	69.62	79.08	146.08	199.61	1703.44	843.23
11	S_0	255.25	9.50	9.00	7.40	1.75	103.50	122.00	161.50	226.00	2470.82	2470.75
	S_1	254.50	8.83	9.23	7.27	1.94	86.06	67.28	167.94	201.56	1712.24	1408.61
12	S_0	232.00	8.50	9.75	6.00	1.90	71.50	143.00	125.00	214.00	1700.00	1700.00
	S_1	239.89	8.53	9.48	6.18	2.02	67.46	69.02	152.52	192.09	1784.42	1422.32
13	S_0	214.00	9.15	9.75	5.10	1.10	89.00	116.00	140.00	202.00	704.75	704.75
	S_1	223.57	8.21	10.30	4.97	1.47	47.14	69.00	166.43	196.43	821.12	153.35
16	S_0	235.50	8.75	8.75	6.40	2.00	67.00	113.50	140.00	217.00	2231.00	2231.00
	S_1	238.74	8.74	9.33	6.85	1.89	76.29	71.12	127.88	209.06	754.23	161.67
17	S_0	257.50	9.50	9.75	7.25	1.70	61.00	120.50	152.50	212.00	2476.50	2476.75
	S_1	198.95	7.75	8.95	5.62	1.64	51.50	67.36	144.00	197.00	865.57	197.84
18	S_0	229.00	8.25	8.00	4.75	2.50	75.00	40.00	130.00	211.00	893.50	893.50
	S_1	251.00	8.71	8.41	6.71	1.98	89.25	65.00	148.44	195.56	1203.02	699.62
Valores promedio												
	S_0	242.15	8.90	9.27	6.24	1.85	80.36	110.70	147.45	214.27	1921.55	1921.55
	S_1	237.91	8.54	9.32	6.42	1.88	70.51	68.21	150.93	198.50	1237.44	614.82

En cursiva: variables que manifiestan diferencias significativas al nivel del 5 %.

de planta, días a cosecha, rendimiento total y de mercado, mientras que en el segundo lo haría sobre el rendimiento total y de mercado y ciertas características de los capítulos y los fondos tales como sus diámetros y alturas.

Por otra parte, las diferentes tendencias mostradas por las distintas familias S_1 para la mayoría de los caracteres, sugieren que el fenómeno de depresión endogámica no se manifiesta de la misma manera en todos los materiales, es decir, que un mismo carácter estaría regido por diferentes acciones génicas en los distintos genotipos. Observaciones similares fueron realizadas por Foury & Martin (1973), quienes al cultivar las descendencias sucesivas (S_1 a S_4) de diferentes variedades para determinar el efecto de la autofecundación sobre

caracteres vegetativos, detectaron una baja de vigor moderado para Camus de Bretagne y más notorio para Violeta de Toscana, lo cual pone de manifiesto un comportamiento diferencial de los cultivares. Pecaut (1993) encontró que el 8% de las plantas S_1 provenientes de las cultivares “Romanesco” y “Precoz de Jesi”, el 5% de “Camús de Bretagne” y el 2% de “Violeta de Provenza” presentaban capítulos de calidad comparable al material parental.

El comportamiento diferencial mostrado por los distintos genotipos provoca la manifestación de variabilidad genética entre los materiales S_1 , lo que permitiría continuar con el proceso de endogamia para obtener líneas que discrepen en sus frecuencias génicas a fin de que manifiesten heterosis luego de la hibridación.

Las diferentes estructuras familiares de partida (*full-sibs*, *half-sibs*) de ambos grupos de familias S_1 , habría provocado que la variabilidad existente se reorganizara de modo diferente en uno y otro conjunto. Así, en el primero se obtuvieron valores de G.D.G. superiores respecto al segundo (Tabla 5) para los caracteres de tipo productivos como rendimiento total y rendimiento de mercado lo que indica una mayor variabilidad genética entre las S_1 en este *set* para este tipo de caracteres, destacándose ciertas familias (9, 11 y 12) por presentar capítulos de buena calidad y elevados rendimientos. En contrapartida en el segundo conjunto de familias se encontró, en líneas generales, mayor variabilidad para caracteres de tipo vegetativo, lo que queda demostrado por los elevados valores de

Tabla 4. Cuadro de comparación de los valores medios de madres (S_0) e hijas (S_1) a través del test de diferencia de medias (LSD) para las variables peso (PCP), diámetro (DCP) y altura (ACP) del capítulo principal, diámetro (DFO), altura (AFO) y peso (PFO) del fondo, altura (APL) y diámetro (DPL) de planta, días a cosecha (DAC), rendimiento total (RTO) y de mercado (MER) en el grupo de materiales provenientes de *half-sibs*. Santa Fe, Universidad Nacional de Rosario, 1998.

		PCP	DCP	ACP	DFO	AFO	PFO	APL	DPL	DAC	RTO	MER
A	S_0	237.75	8.50	8.82	6.25	1.70	60.87	127.50	112.25	191.00	2443.72	2443.73
	S_1	238.09	8.33	8.21	5.87	2.60	61.69	65.53	149.94	200.18	1055.65	398.02
B	S_0	285.30	9.00	9.30	6.50	1.65	101.00	65.30	139.50	191.00	1441.05	1441.05
	S_1	220.96	8.25	8.86	6.02	2.62	68.49	71.08	138.39	199.40	1057.90	545.17
C	S_0	261.00	10.05	6.90	7.45	2.50	89.00	83.50	182.50	203.00	631.50	631.50
	S_1	220.67	8.24	7.43	6.38	2.65	74.94	80.11	127.33	202.20	739.09	387.08
D	S_0	230.75	8.55	8.35	6.30	2.60	71.50	80.50	173.50	188.50	977.39	977.39
	S_1	184.26	7.56	8.35	5.76	2.02	59.42	86.99	142.19	205.00	572.94	77.54
E	S_0	227.00	8.33	8.27	6.33	1.93	62.67	61.67	171.33	201.67	1742.17	1742.17
	S_1	235.55	8.47	8.31	6.36	2.68	77.12	87.91	157.00	197.30	1118.93	554.27
F	S_0	297.75	10.00	10.00	7.65	2.20	103.50	127.50	142.50	208.50	737.75	737.75
	S_1	230.63	8.14	8.50	6.03	2.63	63.95	81.60	166.76	198.40	812.40	199.43
G	S_0	218.10	8.75	9.40	5.90	1.95	88.60	96.00	134.50	201.50	978.100	978.10
	S_1	180.39	7.85	9.21	5.10	2.12	47.50	73.99	135.90	199.70	676.15	64.95
H	S_0	233.00	9.10	8.55	6.20	2.35	66.50	75.50	172.00	191.00	1680.82	1680.83
	S_1	222.39	8.44	8.71	5.90	2.29	59.45	65.62	148.12	203.80	1031.95	533.93
I	S_0	204.82	8.15	8.02	6.17	1.90	68.12	123.00	96.00	197.50	2123.10	2123.10
	S_1	195.22	8.06	8.21	5.68	2.00	46.54	83.81	173.22	213.10	638.32	191.48
J	S_0	227.83	8.43	8.47	6.40	1.67	68.00	125.50	127.50	191.00	2202.43	2202.43
	S_1	221.51	8.37	8.17	6.33	3.00	76.62	83.40	137.37	192.60	1034.13	643.01
K	S_0	264.50	8.27	9.87	5.97	3.87	62.33	41.33	165.67	188.00	1904.67	1904.67
	S_1	208.57	7.65	9.41	5.21	2.37	47.78	46.99	138.07	199.60	958.82	204.20
L	S_0	279.50	9.25	10.00	6.40	1.30	98.75	100.00	156.50	200.00	2049.80	2049.80
	S_1	228.33	8.21	8.83	6.34	2.23	76.48	82.09	145.93	207.40	665.66	310.93
M	S_0	282.50	9.85	8.57	6.15	1.67	63.50	45.75	190.75	201.00	1897.750	1897.75
	S_1	265.31	8.71	8.49	6.23	2.59	73.74	60.05	161.59	198.20	1109.72	687.95
N	S_0	234.00	9.00	7.55	7.50	1.70	122.50	44.50	179.00	189.50	1041.50	1041.50
	S_1	226.13	8.79	7.89	6.43	2.29	63.65	71.74	147.66	204.40	757.67	343.16
O	S_0	241.75	9.15	9.30	6.00	3.12	63.50	100.50	178.75	173.00	2746.86	2746.86
	S_1	205.90	8.07	8.73	5.90	2.56	63.22	86.44	146.87	192.27	926.59	160.55
R	S_0	331.50	9.30	9.77	7.13	4.03	85.33	76.00	186.67	195.00	1237.01	1237.01
	S_1	237.88	8.37	8.76	6.21	2.52	67.91	66.76	151.37	198.20	853.71	335.62
S	S_0	199.40	8.15	7.95	5.75	1.87	56.37	132.25	116.12	193.75	1829.01	1829.01
	S_1	204.90	8.24	8.22	6.27	2.11	69.82	87.31	141.72	211.75	578.23	274.07
Valores promedio												
	S_0	250.38	8.93	8.77	6.47	2.24	78.36	88.61	154.41	194.40	1627.21	1627.21
	S_1	219.22	8.22	8.49	6.00	2.40	64.61	75.38	147.61	201.40	858.11	346.14

En cursiva: variables que manifiestan diferencias significativas al nivel del 5 %.

G.D.G. obtenidos para las características de planta y aquellas relacionadas a la forma de los capítulos, lo que indicaría que la componente genética de la variación observada en dichos caracteres sería mayor.

Estas diferencias entre ambos grupos permitirían la aplicación de distintos

modelos de elección de materiales para continuar el proceso de endocria. Así, en el primer grupo, la selección será entre familias cuando esta se realiza sólo en función de caracteres productivos. En cambio, el segundo grupo ofrece menor variación entre familias para este tipo de caracteres, lo cual dificulta la

selección interfamiliar y debe recurrirse principalmente a la selección dentro de las familias S_1 .

Una característica de interés, especialmente de cara al mercado, es la precocidad de producción. La transición entre el estado vegetativo y el reproductivo depende de la interacción

Tabla 5. Valores de heredabilidad en sentido amplio (G.D.G.) para todos los caracteres evaluados en ambos grupos de familias. Santa Fe, Universidad Nacional de Rosario, 1997 - 1998.

CARACTERES	1° set de familias		2° set de familias	
	G.D.G.	E.S.	G.D.G.	E.S.
Altura de planta	0.533 ±	0.075	0.843 ±	0.017
Diámetro de planta	0.459 ±	0.087	0.543 ±	0.050
Días a cosecha	0.711 ±	0.047	0.722 ±	0.030
Diámetro capítulo principal	0.260 ±	0.119	0.647 ±	0.038
Altura capítulo principal	0.695 ±	0.049	0.728 ±	0.030
Peso capítulo principal	0.410 ±	0.095	0.563 ±	0.047
Diámetro de fondo	0.687 ±	0.050	0.723 ±	0.030
Altura de fondo	0.412 ±	0.095	0.510 ±	0.053
Peso de fondo	0.663 ±	0.054	0.696 ±	0.033
Rendimiento total	0.670 ±	0.053	0.415 ±	0.064
Rendimiento de mercado	0.829 ±	0.029	0.684 ±	0.034

de distintos factores: el tamaño de la planta, la baja temperatura (vernalización), el fotoperíodo y la aplicación o no de fitoreguladores (Basnizki & Zohary, 1994; Ortega *et al.*, 1994). Con respecto a dicho carácter, se detectó variabilidad en ambos *set* de familias, obteniéndose además elevados valores de G.D.G. (0.71 y 0.72 respectivamente). Como ambos grupos fueron sometidos a idénticas condiciones ambientales, se deduce que la mayor parte de esa variación tendría origen genético, lo que permitiría aplicar selección en uno o otro sentido según cuál sea el destino final de la producción; este puede ser consumo local, para lo que resultan apropiados aquellos materiales de día corto, que comienzan a producir en los meses de junio – julio, o exportación en contraestación a los países del Hemisferio Norte, para lo que deberían seleccionarse materiales tardíos que ingresen a producción en la época en que la demanda europea es mayor.

La información obtenida en este análisis pone en evidencia la importancia del material de partida para la obtención de líneas con buen comportamiento agronómico. Las S_1

originadas de plantas *half-sibs* no serían las más adecuadas para la obtención de líneas, ya que manifiestan una mayor depresión endogámica para la mayoría de los caracteres.

A pesar de que los principales caracteres selectivos tales como el rendimiento total y de mercado manifestaron depresión endogámica, la variabilidad existente entre sets, entre familias S_1 y entre plantas dentro de familias permitiría aislar genotipos individuales con buenas características agronómicas adecuados para continuar el proceso de endocria o bien ser propagados clonalmente.

LITERATURA CITADA

BASNIZKI, J.; ZOHARY, D. Breeding of seed-planted artichoke. In: JANIK J., WILEY J. eds. *Plant Breeding Reviews*. New York: Janik J., Wiley J., and sons, Inc. 1994. p 253-269.

FALCONER, D.S.; MACKAY, T.F.C. *Introduction to Quantitative Genetics*. 4. ed. Essex: Addison Wesley Longman Limited, 1996. 446 p.

FOURY, C.; MARTIN, F. Etude des possibilités de création et d'utilisation de variétés d'artichaut issues de semences. In: CONGRESSO INTERNAZIONALE DI STUDI SUL CARCIOFO, 2., Bari. *Atti 2° Congresso Internazionale di studi sul carciofo*. Edizione Minerva Medica, Torino, 1973. p. 667-679.

HALLAUER, A.R.; MIRANDA, J.B. *Quantitative Genetics in Maize Breeding*. 2. ed. Ames: Iowa State University Press, 1995. 468 p.

MAUROMICALE, G.; BASNIZKI, Y.; CAVALLARO, V. Primi risultati sperimentali sulla propagazione del carciofo (*Cynara scolymus* L.) per seme. *Rivista di Agronomia*, v. 23, n. 6, p. 417-423, 1989.

ORTEGA, A.; JUÁREZ, M.; JORDA, C. La alcachofa: pasado, presente y futuro. *Investigaciones Agrarias*, n. 2, p. 355-369, 1994.

PEARSON, O.H. Heterosis en Vegetable Crops. In: FRANKEL, R., ed. *Monographs on theoretical and applied genetics*. v. 6 Heterosis. Berlin Heidelberg. Springer Verlag, 1983. p. 138-157.

PECAUT, P. Globe artichoke *Cynara scolymus* L. In: KALLO, G.; BERG, B.D., eds. *Genetic improvement of vegetables crops*. Oxford: Pergamon, 1993. p. 737-746.

RYDER, E.J.; DE VOS, N.E.; BARI, M.A. The Globe Artichoke (*Cynara scolymus* L.). *HortScience*, v.18, n. 5, p. 646-653, 1983.

SCARASCIA MUGNOZZA, G.T.; PACUCCI, G. Tipi di potenziale valore pratico isolati nell'ambito di un programma per il miglioramento genetico del carciofo. In: CONGRESSO INTERNAZIONALE DI STUDI SUL CARCIOFO, 2., 1973, Bari. *Atti 2° Congresso Internazionale di studi sul carciofo*. Edizione Minerva Medica, Torino, 1973. p. 721-732.

SOKAL, R.R.; ROHLF, F.J. *Biometry*. San Francisco: W.H. Freeman, 1967. 832 p.

VELLO, N.A.; VENCOVSKY, R. Variâncias associadas às estimativas de variâncias genéticas e coeficientes de heredabilidade. Relatório Científico do Instituto de Genética (ESALQ-USP), n. 8, p. 238-248, 1974.