VARIABILIDAD GENÉTICA Y FENOTÍPICA DE LINEAS DE GIRASOL Y CORRELACIONES ENTRE COMPONENTES DE RENDIMIENTO

A. Ortigón, A. Escobedo¹

INTRODUCCION

Los híbridos de girasol han mostrado buena adaptabilidad en siembras establecidas en el área agrícola del norte y centro de estado de Tamaulipas (México), situación que motivó para que el programa de mejoramiento genético de girasol del campo experimental de Río Bravo Tamaulipas, se abocara en 1980 a la formación de líneas locales con esterilidad citoplásmica, mantenedoras de la esterilidad y restauradoras de la fertilidad para formar híbridos capaces de competir con los de importación.

Shabana (8) comenta la necesidad de realizar investigación en girasol, en la acumulación de datos de diversos materiales en un rango amplio de ambientes, acerca de la variabilidad genética de cada parámetro en particular y su asociación entre ellos mismos, para crear un modelo para altos rendimientos. Tyagi (9) indica que es imperativo determinar el valor relativo de diversos efectos genéticos en el material progenitor, antes de iniciar un extensivo programa de mejoramiento para desarrollar híbridos adaptados para áreas marginales.

Estudios sobre variabilidad genética de componentes de rendimiento en girasol, así como correlaciones y sus análisis sobre efectos directos e indirectos entre dichas variables han sido realizados por diversos investigadores (3, 4, 5, 6 y 9).

Los objetivos de este trabajo fueron: Observar la variabilidad genotípica y fenotípica, y los efectos directos e indirectos en la correlación de seis características sobre el rendimiento de grano de cinco líneas (B) de girasol mantenedoras de la esterilidad citoplásmica.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo se realizó en el Campo Experimental de Río Bravo Tamaulipas (CERIB) del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP) de México, localizado en los 26° latitud norte y 98° longitud oeste, y con altura de 32 msnm.

El material experimental utilizado fueron cinco líneas (B) mantenedoras de la esterilidad citoplásmica (285, 386, 486, CM3 y VI), obtenidas en el CERIB. La siembra se realizó en agosto de 1991 en un suelo areno-arcilloso en surcos separados a 80 cm y con una distancia entre plantas de 25 cm; como parcela experimental se pusieron cuatro surcos de 5 m de largo y su distribución se efectuó en un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones.

Se fertilizó con la fórmula 80-40-00. Se aplicaron dos riegos de auxilio a los 30 y 35 días de nacidas las plantas y dos cultivos para eliminar la maleza.

Se tomaron datos de altura de planta (AP) y diámetro de capítulo (DC) en centímetros; período vegetativo (PV) y período reproductivo (PR) en días; peso de 1000 semillas (P1000S) en gramos y rendimiento de grano (RG) y rendimiento de aceite (RA) en kilos por hectárea.

El análisis estadístico se realizó para cada una de las variables consideradas. Los componentes de varianza genotípica y fenotípica para cada carácter se calcularon de los cuadrados medios del análisis de varianza descrito por Millet et al (7), ampliamente utilizado por muchos investigadores. La heredabilidad en sentido amplio se estimó al dividir la varianza genética entre la varianza fenotípica y multiplicada por 100. Los coeficientes de varianza genética y fenotípica se calcularon al dividir la raíz cuadrada de los mismos por la media de la población y multiplicada por 100. La predicción del avance genético esperado se calculó por la fórmula $AGE = \sigma^2g/\sigma^2ph \times k$; donde σ^2g es la varianza genética, σ^2ph es la desviación estándar fenotípica y k es el diferencial de selección que para una intensidad de selección del 5% para una característica en particular tuvo una constante de 1.16.

Las correlaciones genotípica y fenotípica entre el rendimiento de grano con las otras características registradas se determinaron por la varianza y covarianza. Se practicó a su vez el análisis de efectos directos e indirectos.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los valores anotados en el Cuadro 1 muestran las variaciones obtenidas en las siete características estudiadas en su rango, media, desviación estándar (S_x) y varianza genética (σ^2g) y varianza fenotípica (σ^2ph). Es evidente de

¹ Investigadores del Programa de Oleaginosas del INIFAP. Campo Experimental Río Bravo, Tam., México.

acuerdo a estos resultados que ocurrió una mayor variación para P1000S y AP seguida por PR, esta variación se aprecia de mejor manera expresada por los coeficientes de varianza genética (CVG) y varianza fenotípica (CVP) señalados en el Cuadro 2; el P1000S obtuvo el mayor CVG (19.1) seguido por AP (18.4) y el PR (11.6). Por otra parte la diferencia mayor entre los valores obtenidos para CVG y CVP se detectó para RG y RA.

Cuadro 2. Rango, media, desviación estándar y componentes de varianza genética y fenotípica de siete características cuantitativas en líneas B de girasol. Rio Bravo, Tam., 1991.

Característica	Rango	Media	SE	σ ² _g	σ ² _{ph}
kg/ha	1147-1507	1273	108	9813	35063
kg/ha	458-937	514	44	1672	5914
P1000S	44-95	58	3.8	123	183
DC	11-15	14	0.48	0.73	1.58
RA	50-100	109	3.91	400	461
PV	10-70	37	1.22	12	16
PT	25-55	29	1.16	11.4	15.8

Cuadro 3. Heredabilidad (H²), coeficiente de varianza genética (CVG) y fenotípica (CVP), avance genético esperado (AGE) y avance genético esperado como porcentaje de la media de siete características de líneas de girasol. Rio Bravo, Tam., 1991.

Característica	H ²	CVG	CVP	AGE*	AGE
Característica	%	%	%	Kg/ha	%
RG	17.8	7.8	18.6	48.1	3.8
RA	28.0	8.0	15.0	25.2	4.9
P1000S	67.0	19.1	23.0	15.7	27.6
DC	46.0	3.0	9.0	0.7	0.05
AP	86.8	18.4	19.7	21.6	19.8
PV	66.7	3.2	6.3	3.3	0.5
PT	67.9	11.6	14.1	3.2	4.1

* Valor de K₁₀₀₀ en base a selección (5%) de una característica determinada.

La heredabilidad calculada en sentido amplio de la relación entre la σ^2_g y σ^2_{ph} detectó un alto valor de 86.8% para AP, y un valor medio para PR, PV y P1000S con 67.9%, 67.2% y 66.7% en forma respectiva. Estas cuatro características fueron menos variables bajo las condiciones de esta prueba, por lo que se puede considerar que la selección fenotípica en este grupo de líneas podría ser efectiva para estas características. Las características de AP y P1000S al detectar un alto avance genético esperado

indicó que la heredabilidad en estas dos características fue por acción génica aditiva, mientras que para PB y PR con menor avance genético esperado, la heredabilidad se debió a efectos no aditivos.

El diámetro de capítulo por su menor variabilidad, baja heredabilidad y mínimo avance genético esperado, indicó que para este carácter la selección sería poco efectiva en estas líneas.

Los rendimientos de grano y de aceite al mostrar baja heredabilidad y bajo CVG pudo ser resultado de una uniformidad en el potencial genético de este grupo de líneas y poco se podría lograr por selección para mejorar ambas características, no obstante por su valor en el AGE estas líneas podrían mostrar mayor efectividad en el RG y RA en combinaciones híbridas. Estos resultados en relación a las características AP, RG y RA coinciden con lo obtenido por Ivanov y Stoyanova (4), y con Baez et al (1), quienes obtuvieron baja heredabilidad para RG y RA y alta heredabilidad para AP. A la vez contrastan con resultados obtenidos por Shabana (8) en el RG y RA.

Resultados de este trabajo deben considerarse con cierta reserva, ya que son datos de un solo año, lo que implica posibles desviaciones en los valores de componentes de varianza.

En el Cuadro 3 se señalan los valores de correlación genotípica (rg) y correlación fenotípica (rp) en las características consideradas en este trabajo. Es notable el alto valor de correlación genotípica positiva (0.929) obtenida entre RG y DC y la correlación negativa (-0.740) con RA. Por lo contrario, el valor fenotípico en la relación RG/RA fue alta y positiva (0.848), mientras que con el diámetro de capítulo fue muy débil (0.040).

El rendimiento de grano correlacionó alta y positivamente con P1000S y con PV genotípicamente (0.755 y 0.754), mientras que valores medios de correlación se detectaron fenotípicamente (0.434 y 0.531). La altura de planta mostró baja correlación positiva en ambos casos.

El rendimiento de aceite mostró genotípicamente una correlación media negativa con DC (-0.654) y positiva fenotípicamente (0.536). La altura de planta en ambos casos mostró correlación media positiva con DC (0.673 y 0.500).

El período reproductivo mostró valores negativos en ambos casos con todas las características incluidas, menos con RA, donde se detectaron las relaciones genotípicas PR/PV, PR/DC y PR/AP con valores -0.917, -0.862 y -0.662 en forma respectiva y la relación fenotípica PT/PV con valor de -0.920.

Dewey y Lu (2) hacen especial recomendación en utilizar la correlación genotípica para evitar repeticiones innecesarias. Martinov, citado por Ivanov y Stoyanova (4) con relación a lo mismo, insisten en que la correlación genotípica es la base para el análisis de efectos directos e indirectos, donde la separación de las características dan mayor claridad que en el nivel fenotípico.

Bajo estas consideraciones, los análisis de efectos directos e indirectos de estas características, en relación a rendimiento de grano se realizaron en su nivel genotípico. En el Cuadro 4 se detallan los valores correspondientes a los efectos directos e indirectos calculados.

Cuadro 3. Matrices de correlaciones genotípicas (rg) y fenotípicas (rp) de rendimiento de grano y componentes de rendimiento de líneas 6 de girasol, Rio Bravo, Tam. 1991.

Característica	RA	P1000S	DC	AP	PV	PR
Rendimiento						
RA (g)						
rg	0.740	0.788	0.929**	0.281	0.784	-0.171
rp	0.848*	0.404	0.140	0.057	0.531	-0.481
P1000S (g)						
rg		-0.155	-0.164	-0.070	0.003	-0.120
rp		0.481	0.335	0.136	0.285	-0.176
DC (g)						
rg			-0.184	-0.105	-0.091	-0.144
rp			0.116	-0.027	0.281	-0.176
AP (g)						
rg				0.673	0.611	-0.850*
rp				0.590	0.012	-0.800
PV (g)						
rg					0.408	-0.661
rp					0.366	-0.504
PR (g)						
rg						-0.917**
rp						-0.901**

Cuadro 4. Efectos directos e indirectos de seis características y su influencia en el rendimiento de grano de líneas 6 de girasol, Rio Bravo, Tam. 1991.

Característica	RA	P1000S	DC	AP	PV	PR
Rendimiento						
RA						
Directo	4.1754	0.0227	0.7017	-0.0048	-0.1378	-0.1316
Indirecto	-0.0374	1.0441	-0.1701	-0.1305	-0.4082	-0.1314
P1000S						
Directo	0.0952		-4.7028	-3.1852	-2.8917	4.0797
Indirecto	0.02478	-0.4044	0.1841	0.0946	1.3861	-0.01474
DC						
Directo	0.0740	-0.16765		0.9146	0.0416	-0.0336
Indirecto	0.0758	-0.0867	-0.0012	-0.4079	0.5661	0.6161
AP						
Directo	0.740	0.788	0.929		0.784	-0.171

P1000, AP, PV y PR mostraron un efecto directo positivo con el rendimiento de grano, mientras que RA y DC marcaron un efecto directo negativo.

El efecto directo en su relación RF/RA mostró un alto valor negativo (-4.1754), que fue atenuado principalmente por los efectos indirectos de DC y AP, con un apoyo leve de los efectos indirectos PV y PR; aún así la correlación fue alta y negativa (-0.740).

La relación RG/P1000S mostró un efecto directo positivo (1.0441), que tuvo como principal efecto indirecto positivo en el DC, seguido por RA. Como principales efectos indirectos negativos resultaron el PV seguido por AP.

El diámetro de capítulo cuya correlación con RG fue alta y positiva (0.929), manifestó un alto efecto directo negativo (-4.7328) y reforzado por los efectos indirectos negativos del PR (-0.5312) y P1000S (-0.1922). El balance positivo de la correlación estuvo determinada por los efectos indirectos positivos de RA, AP y PV con los valores de 2.7307, 2.2847 y 1.3696 en forma respectiva.

La altura de planta mostró un alto efecto directo positivo (3.3948) con apoyo del efecto indirecto positivo de PV. Las otras características expresaron efectos indirectos negativos, donde sobresalió DC (-3.1852).

El período vegetativo mantuvo un alto efecto directo positivo con apoyo en los efectos indirectos positivos de AP y PR. Las otras características con su efecto indirecto negativo donde predominó el DC balancearon esta correlación.

El período reproductivo mostró un bajo efecto directo positivo, el cual fue superado ampliamente por el efecto indirecto positivo de DC (4.0797). Las otras cuatro características marcaron efectos indirectos negativos donde predominaron en su balance AP y PV.

Para corregir los efectos directos negativos del rendimiento de aceite y del diámetro de capítulo, es factible que la selección para aumentar el peso de semilla y el PR puedan ser considerados.

Estos resultados en su efecto directo genotípico coinciden en lo obtenido por Ivanov y Stoyanova (4) en las características RA, P1000S, DC y AP, y difieren en el PV y PR.

CONCLUSIONES

1. En este grupo de líneas existe mayor variabilidad genética en el peso de semilla, altura de planta y período reproductivo.

2. En los caracteres rendimiento de grano y de aceite se detectó baja variabilidad genética y baja heredabilidad, pero manifestaron un mejor avance genético esperado.
3. Con el rendimiento de grano correlacionaron alta y positivamente los parámetros de diámetro de capítulo, peso de 1,000 semillas y período vegetativo, y en forma negativa con el rendimiento de aceite.
4. Los análisis de efectos directos e indirectos mostraron que los caracteres de altura de planta, período vegetativo y el peso de 1000 semillas tuvieron mayor influencia sobre el rendimiento de grano.

BIBLIOGRAFIA

1. Báez, M.I.; Ludeña, P.; Sanguinetti, A. 1988. 12th Int. Sunflower Conf. Novi Sad, Yugoslavia. II. pp. 519-524.
2. Dewey, D.; Lu, K. 1959. Agron. J. 51:515-518.
3. Green, V.E. 1980. IX Conf. Int. del girasol. Málaga, España. II. pp. 12-21.
4. Ivanov, P.; Stoyanova, Y. 1980. IX Conf. Int. del girasol. Málaga, España. I. pp. 336-342.
5. Marinkovic, R.; Skoric, D. 1988. 12th Int. Sunflower Conf. Novi Sad, Yugoslavia. I. pp. 406-407.
6. Marjanac, D. 1988. 12th Int. Sunflower Conf. Novi Sad, Yugoslavia, I. pp. 410-412.
7. Miller, P.A.; Williams, J.C.; Robinson, H.F.; Comstock, R.E. 1958. Agron. J. 50:126-131.
8. Shabana, R. 1974. 6th Int. Sunflower Conf. Bucharest, Romania. pp. 263-269.
9. Tyagi, A.P. 1988. 12th Int. Sunflower Conf. II. pp. 489-493.