Rev. Fitotec. Mex. 13:141-148. 1990

INFLUENCIA DE ALGUNOS CARACTERES AGRONOMICOS SOBRE EL RENDIMIENTO DE SEMILLA DE GIRASOL

Manuel Humberto Reyes Valdés[1], Alma Rosa González Vázquez[2], Eleuterio López Pérez[1] y Edgar Edmundo Guzmán Medrano[1]

RESUMEN

Cuando se desea manipular genéticamente a los caracteres componentes del rendimiento, es necesario conocer previamente el grado y la forma en que tales caracteres afectan a dicho rendimiento. En este estudio se evaluaron 23 genotipos de girasol (*Helianthus annuus* L.) en Saltillo, Coahuila, en 1987, empleando un diseño de bloques al azar con tres repeticiones, con objeto de analizar los caracteres: días a floración, peso de 100 semillas, días a madurez fisiológica, altura de planta y diámetro de capítulo, en cuanto a sus interrelaciones y grado de influencia sobre el rendimiento de semilla, usando la técnica de análisis de senderos. El diámetro de capítulo tuvo una correlación fenotípica positiva y altamente significativa con el rendimiento de semilla. Aunque ninguna de las correlaciones genotípicas fue significativa, los caracteres más fuertemente asociados con el rendimiento fueron diámetro de capítulo y días a madurez fisiológica. Los resultados del análisis de senderos indicaron que el carácter días a floración fue el que afectó más fuertemente al rendimiento en forma directa. La variable días a madurez fisiológica tuvo un efecto directo alto sobre el rendimiento, pero con signo negativo. El análisis indica que la correlación del diámetro de capítulo con el rendimiento de semilla se debió principalmente a su efecto directo.

PALABRAS ADICIONALES

Helianthus annuus L., correlaciones, análisis de senderos.

SUMMARY

For the genetic manipulation of the seed yield components, it is necessary to know how these characters affect seed yield. In this study, 23 sunflower (*Helianthus annuus* L.) genotypes were evaluated in Saltillo, Coahuila, in 1987. A randomized complete block design with three replications was used. The following variables were registered: days to flowering, 100 seed weight, days to physiological maturity, plant height, and head diameter. Their influence on seed yield, by using path analysis, was also analysed. Head diameter had a highly significant and positive phenotypic correlation with seed yield. None of the genotypic correlations were significant, but head size and days to physiological maturity were highly associated with seed yield. It was found, by path analysis, that days to flowering had the highest direct effect on seed yield. On the other hand, days to physiological maturity had a high and negative direct effect on seed yield. The path analysis also indicated that the correlation between head size and seed yield was mainly due to its direct effect.

ADDITIONAL INDEX WORDS

Helianthus annuus L., correlations, path analysis.

INTRODUCCION

Los caracteres biológicos y en particular los que tienen interés desde el punto de vista agronómico, no suelen presentar variación independiente, sino que se encuentran formando parte de una compleja red de interrelaciones. Entre estas interrelaciones, son altamente importantes las que tienen que ver con el rendimiento. Surge así la necesidad

[1] Maestros investigadores del Departamento de Mejoramiento, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. C.P. 25000. Buenavista, Saltillo, Coah.

[2] Estudiante de Maestría en Fitomejoramiento, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

de analizar la relación que tienen entre sí los elementos de un conjunto de variables agronómicas y el grado de influencia que tienen sobre el rendimiento.

En el caso particular del girasol (*Helianthus annuu* L.) reviste un gran interés el analizar el grado de influencia que tienen sobre el rendimiento de semilla otros caracteres de planta, con el fin de decidir cuáles de ellos y en qué intensidad sería conveniente manipularlos genéticamente a fin de incrementar la producción de aceite o de semilla para consumo directo.

El presente trabajo tuvo como objetivo cuantificar, por medio de análisis de senderos, el grado de influencia de los valores genotípicos de cinco caracteres agronómicos sobre el valor genotípico para rendimiento de semilla en girasol.

REVISION DE LITERATURA

El girasol es una especie oleaginosa cuyo aceite destaca como uno de los mejores entre los de origen vegetal, por su grado de asimilación por el hombre y por su valor nutritivo (Sánchez, 1985).

La importancia del girasol no sólo reside en su aceite, ya que además de ser una excelente planta melífera, se le puede utilizar como cultivo de ensilaje y la semilla de algunas variedades se consume como golosina. Por otro lado, es un cultivo de amplia capacidad de adaptación, con pocos problemas de siembra y, a diferencia de otros, las plántulas son resistentes a las heladas y a los vientos fuertes (Lees, 1982).

Algunos de los principales objetivos del mejoramiento genético en girasol son: alta producción de frutos por capítulo, alto porcentaje de aceite en semilla y resistencia a las enfermedades y plagas. Además, según menciona Saumell (1976), también debe tomarse en cuenta precocidad, altura de planta y capítulo único.

La selección ha resultado ser muy útil en la obtención de genotipos mejorados de girasol. Esta meta se logra mediante la elección directa del carácter o los caracteres que se desea mejorar, o por el empleo de variables correlacionadas con el carácter de interés, en forma indirecta.

En lo que se refiere al estudio de caracteres asociados con el rendimiento de semilla y aceite en girasol, Ross (1939), al estimar correlaciones entre rendimiento y algunos caracteres morfológicos, encontró correlaciones positivas y altamente significativas en rendimiento con altura de planta y contenido de aceite. Burns (1970) estudió la asociación entre diámetro de capítulo y rendimiento en dos variedades de girasol y encontró un coeficiente de correlación de 0.95, por lo que menciona que en parcelas muy dañadas por pájaros, las estimaciones de rendimiento basadas en diámetro de capítulo son más confiables que los pesos de semilla.

Existe más información en la literatura en cuanto a correlaciones en girasol (Fick, 1978; Zali *et al.*, 1979; Sheriff *et al.*, 1984). Dichos estudios requieren, sin embargo, el análisis de estas correlaciones en cuanto a sus componentes. Uno de los métodos más útiles para este tipo de estudios es el de análisis de senderos, el cual fue propuesto por Wright (1923), y aunque su aceptación entre los genetistas y estadísticos no fue inmediata, su utilidad ha venido siendo apreciada gradualmente.

MATERIALES Y METODOS

El material biológico que se empleó en este trabajo estuvo constituído por 23 genotipos de girasol de diversos orígenes, entre los cuales se incluyeron híbridos y variedades de polinización libre. El trabajo se desarrolló en 1987 en el Campo Experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicado en Saltillo, Coahuila, con las siguientes coordenadas: 25° 22' latitud norte, 101° 00' longitud oeste y una altitud de 1 742 m.

Los 23 materiales se evaluaron en un diseño de bloques al azar con tres repeticiones. Las parcelas estuvieron constituídas por cuatro surcos de 4 m de largo y a 80 cm de distancia entre sí. La distancia entre plantas fue de 25 cm y sólo se usaron los dos surcos centrales como parcela útil. Se aplicó al momento de la siembra la fórmula 60-40-00.

Las variables estudiadas fueron: días a floración, altura de planta, días a madurez fisiológica, diámetro de capítulo, peso de 100 semillas y rendimiento de semilla. Para cada una de ellas se llevó a cabo un análisis de varianza y para cada combinación de caracteres un análisis de covarianza.

Con la información obtenida de los anteriores análisis, se obtuvieron, igualando los cuadrados medios y productos cruzados medios con sus respectivas esperanzas, las estimaciones de varianza y covarianza fenotípicas (con base en las medias de tratamiento) y genotípicas.

Con las estimaciones anteriores, se obtuvieron los coeficientes de correlación fenotípica y genotípica. Estos últimos permitieron la realización del análisis de senderos de acuerdo con las bases propuestas por Wright (1923), siguiendo la metodología de Kempthorne (1969).

Se consideró como variable terminal al rendimiento de semilla y como variables causales a las correspondientes a los demás caracteres evaluados.

RESULTADOS Y DISCUSION

El Cuadro 1 muestra los cuadrados medios para los análisis de varianza de los seis caracteres evaluados. Se detectaron diferencias

Cuadro 1. Cuadrados medios para seis caracteres en girasol.

Fuente de variación	Grados de libertad	Días a Floración	Altura de planta	Diámetro de capítulo	Peso de 100 semillas	Días a madurez fisiológica	Rendimiento de semilla
Repeticiones	2	6.710	0.002	24.248	0.541	8.348	277229.151
Tratamientos	22	38.378**	0.065**	9.154**	1.019*	20.037**	77350.862
Error	43	3.796	0.015	3.489	0.522	4.975	47021.858
Total	67						
C.V. (%)		3	9	9	16	2	21

* $P < 0.05$; ** $P < 0.01$.

altamente significativas entre los genotipos para los caracteres: días a floración, altura de planta, diámetro de capítulo y días a madurez fisiológica. Para el carácter peso de 100 semillas se encontraron diferencias al 0.05 de probabilidad. En lo que respecta al rendimiento de semilla, aunque no se observaron diferencias al nivel de significancia convencional, la probabilidad obtenida fue menor que 0.1, por lo que se puede decir que es posible la existencia de diversidad varietal en dicho caracter.

El Cuadro 2 muestra las medias de los seis caracteres evaluados de cada uno de los 23 genotipos. Se observa que los de mejor comportamiento fueron: Precoz C_1, del cual se obtuvo el más alto rendimiento; Cernianka, que también fue de los precoces y su rendimiento fue relativamente bueno; el híbrido IS-894, que tuvo el mayor diámetro de capítulo y fue el segundo en rendimiento; y la variedad Cianoc 3, que tuvo uno de los mayores diámetros de capítulo y rendimiento relativamente bueno.

En el Cuadro 3 se anotan los coeficientes de correlación fenotípica (arriba de la diagonal) y genotípica (abajo de la diagonal). Cabe aclarar que los valores obtenidos no fueron significativos; sin embargo, dado el alto valor numérico que tuvieron algunos coeficientes, se harán algunas discusiones al respecto.

Se encontraron correlaciones fenotípicas positivas y altamente significativas para diámetro de capítulo con rendimiento y días a madurez con días a floración, además de correlaciones negativas y significativas para peso de 100 semillas con días a floración y días a madurez fisiológica. Por lo que respecta a las correlaciones genotípicas, aunque no son estadísticamente significativas, se encontraron valores positivos altos en días a madurez con días a floración y rendimiento de semilla. De esto se puede concluir la existencia de una correlación negativa entre precocidad y rendimiento, fenómeno que resulta no deseable en mejoramiento genético. Este hecho está de acuerdo con lo señalado por Falconer (1980), de que los caracteres que han sido mejorados simultáneamente durante un número considerable de generaciones tienden a una correlación genotípica negativa. Por otro lado, se observa una correlación genotípica positiva de alto valor entre diámetro de capítulo y rendimiento. En cuanto a la variable peso de 100 semillas, se observan correlaciones negativas altas con días a madurez fisiológica y días a floración.

El coeficiente de correlación genotípica entre altura de planta y rendimiento resultó negativo y de un valor absoluto alto. Sin embargo, la correlación fenotípica entre ambos caracteres resultó casi nula, por lo que pueden existir correlaciones ambiental y genético-ambiental positivas entre dichos caracteres que tienden a anular la correlación genotípica mencionada. Por otra parte, se observó una correlación genotípica negativa entre peso de 100 semillas y rendimiento.

En el Cuadro 4 se anotan los resultados del análisis de senderos bajo la suposición de que existe influencia de los caracteres sobre el rendimiento. Los valores de la diagonal corresponden a los efectos directos de las variables anotadas en la columna de la izquierda, y los otros valores se refieren a los efectos indirectos de las mismas, pero a través de las variables que encabezan sus correspondientes columnas. Se observa que el diámetro de capítulo tuvo un efecto positivo (0.636) sobre el rendimiento, lo cual contribuyó a que su correlación genotípica con el mismo fuese positiva (0.719), no obstante haberse presentado un

Cuadro 2. Medias de seis caracteres agronómicos de 23 genotipos en girasol.

Genotipo	Días a floración	Altura de planta (m)	Diámetro de capítulo (cm)	Peso de 100 semillas (g)	Días a madurez fisiológica	Rendimiento de semilla (kg/ha)
Floril (6310)	74.3	0.97	18.5	4.767	99.7	1164
Krasnodarets IA-77	66.7	1.35	20.1	5.167	96.3	1010
Rib 77 (C_1)	69.0	1.37	18.4	4.567	96.7	919
IS 3107	74.7	1.18	22.1	4.867	100.0	1098
Mestizo INIFAP	69.0	1.39	18.3	4.633	100.0	954
Sereno CM_3	75.0	1.56	18.4	4.567	100.0	853
IS 897	75.0	1.31	20.1	3.767	102.0	1303
Compuesto M_2 (RB-81)	68.0	1.39	18.3	4.167	95.7	751
Emil (6440)	75.0	1.32	19.0	3.900	102.0	1078
Sereno (CM_3-CM_1)	74.3	1.59	19.0	4.100	102.7	817
Armavirek	66.0	1.18	16.8	4.967	95.7	810
Sandak	67.3	1.34	18.9	5.667	95.7	866
Victoria (Cianoc 1)	66.0	1.22	20.7	4.667	97.0	923
POHT C_1	75.0	1.50	19.6	4.633	104.0	1056
IS 7101	74.3	1.40	18.8	3.567	98.7	843
Cianoc 3	70.7	1.56	22.1	5.833	97.7	1128
Precoz C_1	71.3	1.54	20.8	4.433	96.7	1663
Cernianka	66.0	1.40	23.2	5.300	96.7	1159
Peredovik	67.3	1.44	19.1	4.667	96.0	1034
Davil	75.0	1.45	18.9	4.333	101.0	969
IS 894	74.3	1.39	24.1	4.567	101.7	1378
IS 7775	73.0	1.56	19.0	4.000	101.0	1071
Primavera (PCO_2)	73.0	1.38	18.8	3.800	98.3	934
Media	71.3	1.38	19.7	4.562	98.9	1012

Cuadro 3. Correlaciones fenotípicas (arriba de la diagonal) y genotípicas (abajo de la diagonal) para seis caracteres en girasol.

	Diámetro de capítulo	Días a madurez fisiológica	Días a floración	Peso de 100 semillas	Altura de planta	Rendimiento de semilla
Diámetro de capítulo		0.092	0.038	0.321	0.108	0.706**
Días a madurez fisiológica	0.162		0.839**	- 0.447*	0.193	0.348
Días a floración	0.072	0.995		- 0.538**	0.155	0.306
Peso de 100 semillas	0.266	- 0.652	- 0.834		- 0.104	0.081
Altura de planta	- 0.017	0.267	0.142	- 0.280		- 0.090
Rendimiento	0.719	0.692	0.481	- 0.446	- 0.501	

* P< 0.05; ** P< 0.01

Cuadro 4. Análisis de senderos para los valores genotípicos de seis caracteres en girasol (efectos directos en la diagonal y subrayados).

Variable	Diámetro de capítulo	Días a madurez fisiológica	Días a floración	Peso de 100 semillas	Altura de planta	Correlación genotípica con rendimiento de semilla (ns)
Diámetro de capítulo	0.636	- 0.516	0.322	0.277	0.000	0.719
Días a madurez fisiológica	0.103	- 3.188	4.453	- 0.680	0.005	0.692
Días a floración	0.046	- 3.172	4.475	- 0.870	0.003	0.481
Peso de 100 semillas	0.169	2.079	- 3.732	1.043	- 0.005	- 0.446
Atura de planta	- 0.011	- 0.851	0.635	- 0.292	0.018	- 0.501

Residual = 1.035

efecto indirecto negativo (-0.516) a través de días a madurez fisiológica. Este último carácter tuvo un efecto directo negativo alto (-3.188) sobre el rendimiento; sin embargo, su correlación fue positiva (0.692), lo cual puede ser debido a un efecto indirecto positivo grande (4.453) a través de días a floración. Por lo que respecta a esta última variable, su correlación positiva con el rendimiento (0.481) puede ser explicada teniendo en cuenta su alto efecto directo (4.475). Peso de 100 semillas, a pesar de tener un efecto directo positivo sobre el rendimiento (1.043), su correlación con el mismo fue negativa (-.446); quizá la causa de esto sea la gran influencia indirecta negativa (-3.732) a través de días a floración. El carácter altura de planta mostró un efecto directo casi nulo (0.018), por lo cual parece ser que la correlación negativa entre dicho carácter y el rendimiento obedece principalmente a un efecto indirecto negativo a través de días a madurez fisiológica (-0.851).

CONCLUSIONES

Hubo diferencias significativas para días a floración, altura de planta, diámetro de capítulo, días a madurez fisiológica y peso de 100 semillas; sin embargo, para rendimiento no se observó significancia. Los genotipos Precoz C_1, Cernianka, el híbrido IS-894 y Cianoc 3 fueron los de mejor comportamiento de los 23 que se evaluaron.

Los caracteres más altamente asociados fenotípicamente con rendimiento de semilla fueron diámetro de capítulo y días a madurez fisiológica; pero sólo para el primer carácter dicha correlación resultó significativa.

En cuanto a las correlaciones genotípicas ninguna fue significativa, y los caracteres que tuvieron coeficientes positivos más altos con el rendimiento fueron diámetro de capítulo y días a madurez fisiológica. Bajo la suposición de influencia directa de las variables evaluadas sobre el rendimiento, la más alta y de signo positivo, considerando su respectivo coeficiente de sendero, fue la de días a floración. Por lo que respecta a días a madurez fisiológica, el grado de influencia, aunque de valor absoluto, fue de signo negativo.

BIBLIOGRAFIA

Burns, R. E. 1970. Head size on sunflower as an indicator of plot yield. Crop Sci. 61: 112-113.

Falconer, D. S. 1980. Introducción a la Genética Cuantitativa. F. Márquez Sánchez (Trad.). Cía. Edit. Continental, S. A. México, D. F. 430 p.

Fick, G. M. 1978. Breeding and genetics. **In:** Sunflower Science and Technology. Carter J. F. (ed.). Amer. Soc. of Agron. pp. 279-338.

Kempthorne, O. 1969. An Introduction to Genetic Statistics. Iowa State University Press. Ames, Iowa. U.S.A. 545 p.

Lees, P. 1982. El brillante girasol. Agricultura de las Américas 31:40-49.

Ross, A. M. 1939. Some morphological characteristics of *Helianthus annuus* L. and their relationships to the yield of seed and oil. Sci. Agric. 19:372-379.

Sánchez, P. A. 1985. Cultivos Oleaginosos. Area producción vegetal. Manuales de educación agropecuaria. Editorial Trillas. México. 72 p.

Saumell, H. 1976. Girasol. Técnicas Actualizadas para su Mejoramiento y Cultivo. Ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. 130 p.

Sheriff, N. M., R. Appaduarai, and M. Rangasamy. 1984. Parent offspring relationships in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Plant Breed. Abst. 56:1064.

Wright, S. 1923. The theory of path coefficients. A replay to Niles's criticism. Genetics 8:239-255.

Zali, A. A., S. B. Yazdi, and M. C. Amirshahi. 1979. Multiple regression analysis for different quantitative characters on sunflower. Plant Breed. Abst. 49:683.