

GENETICA DE ALTURA DE PLANTA EN GIRASOL (Helianthus annuus L.)

J.E.Moutous, W.W.Roath, N.D.S.U., Agron. Dept., Fargo, ND, 58105

Resumen

The objectives of this study were to determine the genetics of plant height from selected crosses in sunflower (Helianthus annuus L.). An incomplete diallel analysis involving inbreds Advance 946, HA 89 and Guayacán (S_4) was conducted to determine genetic effects. Epistatic genetic effects were significant for all crosses. Additive x additive interaction was the most important epistatic genetic effect for plant height. Additive effects were more important than dominance effects.

Heterosis was observed for plant height, number of leaves per plant and internode length. Correlation between plant height and number of leaves was high ($r=0.8$) while that between plant height and internode length was medium ($r=0.6$).

Introducción

La investigación realizada sobre la genética de la altura de planta en girasol (Helianthus annuus L.) ha mostrado diferentes resultados, algunos de ellos contradictorios (1,3,4,5,7). Estos resultados diferentes pueden deberse a los distintos germoplasmas y ambientes utilizados. El presente trabajo fue diseñado para estudiar la herencia e interrelaciones de la altura de planta, número de hojas por planta, y longitud de entrenudo, en la progenie de tres genotipos de girasol.

Materiales y Métodos

Se utilizaron tres líneas endocriadas de diferente altura. Una baja, Advance 946 (P_1); una mediana, HA 89 (P_2) y una alta, proveniente de la variedad Guayacán INTA en generación S_4 (P_3).

Los cruzamientos necesarios se hicieron por emasculación química, con la aplicación de ácido giberélico a una concentración de 50ppm, en estado de estrella (R_1 , Schneiter y Miller, 1981). Las plantas emasculadas se polinizaron con mezcla de polen de varios capítulos de cada línea usada como polinizadora. Se usó el diseño de bloques al azar, con tres repeticiones y catorce entradas. Las entradas fueron las líneas, sus F_1 , F_2 y backcrosses, excepto el BC(1-2)x2, del que no se obtuvo semilla.

Se midieron plantas individuales para altura de planta, número de hojas por planta y longitud de entrenudos. La altura de planta se midió desde la superficie del suelo hasta la inserción del tallo en el capítulo. Se contaron todas las hojas. Longitud de entrenudo se midió en el segundo entrenudo a partir de la base de la planta.

Se utilizó un cruzamiento dialélico incompleto. La estimación de los efectos genéticos se obtuvo por un análisis desbalanceado de mínimos cuadrados de las media generacionales (Hayman, 1958).

Se probó el modelo de seis parámetros (m, d, h, i, j, l) usando un modelo corregido para el efecto medio y el cuadrado medio de Rep x Ent como término de error.

El componente ambiental de la varianza, componente genético total de la varianza y heredabilidad en sentido amplio (H) se estimaron según Warner, 1952, citado por Werner y Honma, 1980.

Los valores de coeficientes de correlación lineal simple (r) y coeficientes de regresión se obtuvieron para los tres caracteres. Los coeficientes de correlación se calcularon para cada cruce individual y para todo el experimento.

Lo adecuado del análisis se basa en la presunción de padres homocigotas, variabilidad constante de todos los genotipos y ausencia de alelos múltiples, genes letales y ligamiento.

Los cruzamientos se designaron como cruces 1, 2 y 3 según el siguiente orden:

Cruza 1 : Advance x HA 89

Cruza 2 : Advance 946 x Guayacán

Cruza 3 : Guayacán x HA 89

Resultados y Discusión

Cuando se analizaron estas tres cruces de girasol, las líneas parentales y sus progenies, se observó una fuerte heterosis para altura de planta en sus generaciones F_1 . El incremento de la media de la F_1 sobre la media de los padres (MP) fue de 85%, 88% y 60% para las cruces 1, 2 y 3 respectivamente (Tabla 1).

En el presente estudio, los resultados muestran un incremento en la altura de las F_1 a medida que aumenta el valor de la media de los padres.

En las generaciones segregantes se observó una distribución continua, con la media de la F_2 más baja que la media de la F_1 correspondiente, pero más alta que la media de los padres más altos,

sugiriendo esto la presencia de algunos efectos genéticos epistáticos.

Tabla 1. Medias y varianzas por generación, de tres cruza de girasol para altura de planta(metros)

Cruza 1 = P ₁ x P ₂			Cruza 2 = P ₁ x P ₃			Cruza 3 = P ₂ x P ₃		
Gener.	\bar{X}	Var.	Gener.	\bar{X}	Var.	Gener.	\bar{X}	Var.
P ₁	0.412	0.0021	P ₁	0.412	0.0021	P ₂	0.700	0.0025
P ₂	0.700	0.0025	P ₃	1.111	0.0084	P ₃	1.111	0.0084
F ₁	1.032	0.0091	F ₁	1.435	0.0128	F ₁	1.451	0.0103
F ₂	0.856	0.0292	F ₂	1.267	0.0953	F ₂	1.180	0.0229
BC ₁	0.600	0.0050	BC ₁	-	-	BC ₂	1.043	0.0253
BC ₂	0.953	0.0731	BC ₃	1.481	0.0261	BC ₃	1.446	0.0405
MP	0.556		MP	0.762		MP	0.905	

P₁=Advance 946; P₂=HA89; P₃=Guayacán; MP=Media padres; LSD .05=0.165

El número de genes involucrados no se estableció, pero podemos asumir que más de dos loci están actuando, aunque el número de genes participantes parece ser no muy grande.

El análisis de los efectos genéticos para cada cruza demostró que la epistasis representó la porción mayor de la variabilidad genética presente, confirmando lo reportado por otros autores(3,4). También la variación observada entre cruza demuestra la necesidad de referir los resultados obtenidos a los genotipos específicos incluidos en la experiencia.

Para altura de planta, la epistasis representó la porción mayor de la variabilidad genética. La epistasis aditivo x aditivo fue la más importante, seguida por epistasis aditivo x dominante. Los efectos aditivos fueron más importantes que los efectos de dominancia(Tabla2).

Tabla 2. Porción de variabilidad de la cual es responsable cada efecto(r²) por inclusión secuencial en el modelo genético.

Modelo	Cruza 1	Cruza 2	Cruza 3
d	0.21	0.33	0.35
d + h	0.48	0.44	0.53
d + h + i	0.86	0.79	0.80
d + h + i + j	0.99	0.99	0.92
d + h + i + j + l	1.00		1.00

d=aditividad; h=dominancia; i=adit x adit; j=adit x dom; l=dom x dom

La heredabilidad en sentido amplio (H) para altura de planta varió desde 69.43% en la cruce tres hasta 91.92% para la cruce dos (Tabla 3).

Tabla 3. Componentes de la varianza y estimados de heredabilidad (H) de tres cruces de girasol.

Estimado	Cruza 1	Cruza 2	Cruza 3	Prom.
V_{F_2}	0.0292	0.0953	0.0229	
V_E	0.0046	0.0077	0.0070	
V_G	0.0246	0.0876	0.0159	
H	0.8436	0.9192	0.6943	0.819

V_{F_2} = Varianza de la generación F_2 ; V_E = Varianza ambiental ;

V_G = Varianza genética total ; H = Heredabilidad en sentido amplio

Los coeficientes de correlación entre altura de planta y número de hojas mostraron un alto grado de asociación positiva entre estos dos caracteres (Tabla 4).

Tabla 4. Coeficientes de correlación (r) para altura de planta (HT), número de hojas (LV) y longitud de entrenudos (INT).

Correlación	Cruza 1	Cruza 2	Cruza 3	General "
HT-LV	0.726	0.861	0.784	0.822
HT-INT	0.468	0.665	0.543	0.634
LV-INT	0.364	0.526	0.540	0.553

Pr F 0.0001

" General = valores r para el total de observaciones del experimento

También la regresión del número de hojas sobre altura de planta demostró que una gran parte de la variación en altura de planta era debido a la variación en número de hojas. Cuando se incluyó longitud de entrenudos en el modelo, éste mejoró significativamente (Tabla 5).

Tabla 5. Valores R^2 de la regresión de número de hojas (LV) y longitud de entrenudos (INT) sobre altura de planta (HT).

Modelo	Cruza 1	Cruza 2	Cruza 3	General
$HT = b_0 + b_1$ (LV)	0.527	0.742	0.614	0.676
$HT = b_0 + b_1$ (INT)	0.219	0.442	0.295	
$HT = b_0 + b_1$ (LV) + b_2 (INT)	0.575	0.804	0.635	0.722
General = valores R^2 usando todas las observaciones del experimento				

Conclusiones

El análisis de estas tres cruzas de girasol y sus progenies nos permite concluir con respecto a altura de planta, para estos materiales utilizados, que hay una fuerte heterosis en la generación F_1 , superando la media de ésta a la media de los padres más altos.

Aparentemente habría más de dos loci interactuando, pero de todos modos, el número de genes parece ser no muy grande.

La epistasis es responsable de la mayor parte de la variabilidad genética observada. La interacción aditivo x aditivo fue el efecto genético más importante. A su vez, la aditividad demostró ser más importante que la dominancia.

Los valores de heredabilidad (H) para altura de planta son muy altos. Existe un alto grado de asociación positiva entre altura de planta y número de hojas.

Bibliografía

1. Fick, G.N. 1978. Breeding and genetics. In J.F. Carter (ed). Sunflower Science and Technology N° 19. Agronomy Series, Amer. Soc. of Agronomy, Madison, WI pp. 279-338.
2. Hayman, B.I. 1958. The separation of epistatic from additive and dominance variation in generation means. Heredity 12:371-390.
3. Manjunath, A. 1978. Genetics of seed yield, oil content and other quantitative characters in sunflower (*Helianthus annuus* L.) Univ. of Agric. Sci. Bulletin, Dharward, India pp. 667-668.
4. Manjunath, A. y J.V. Goud. 1982. Epistatic gene action in sunflower. A caution to sunflower geneticists and breeders. pp. 249-251. In Proc. 10° Int. Sunf. Conf. (S. Paradise, Australia).
5. Putt, E.D. 1943. Association of seed yield and oil content with other characters in the sunflower. Sci. Agric. 23:377-383.

6. Schneiter, A.A. y J.F. Miller. 1981. Description of sunflower growth stages. *Crop Sci.* 21:901-903.
7. Vranceanu, A.V. *El girasol*. Ediciones Mundiprensa, 1977. Madrid.
8. Warner, J.N. 1952. A method for estimating heritability. *Agron. J.* 44:427-430.
9. Werner, D.J. y S. Honma. 1980. Inheritance of leaf geometry in cauliflower. *The Journal of Heredity.* 71:105-109.