HETEROSIS PARA DIFERENTES CARACTERÍSTICAS CUANTITATIVAS EN ALGODÓN *Gossypium hirsutum* L.

Víctor M. Parga T.¹
Sathyanarayanaiah Kuruvadi²
Arturo Palomo Gil³
Fernando Borrego Escalante⁴

RESUMEN

En esta investigación se evaluaron 5 líneas y un cultivar regional y sus 15 híbridos directos, bajo un diseño de bloques al azar con tres repeticiones, con el objeto de estudiar heterosis y seleccionar aquellos híbridos que superan, en las diferentes características cuantitativas, a los progenitores.

El análisis de varianza reveló diferencias significativas entre tratamientos para el porcentaje de cosecha a primera pizca y altura de planta, mientras que en los progenitores e híbridos se encontraron diferencias considerables para rendimiento de algodón hueso/ha, índice de producción, primeros capullos y altura de planta.

Casi todos los híbridos formados con Stoneville-213, fueron más precoces y su rendimiento no disminuyó significativamente. El híbrido EXA-4-6-78 x CAMD-3840, presentó heterobeltiosis para rendimiento. En general, el resto de los híbridos presentó bajos valores de heterosis y sin importancia económica. Los híbridos CA-1814 x Arkugo-4, CA-1814 x Stoneville-213, mostraron valores significativos de heterobeltiosis para precocidad, asociados a una disminución en altura de planta.

Palabras clave adicionales

Heterobeltiosis, híbridos de algodón, *Gossypium hirsutum*; Genotecnía.

1. Investigador en el EFAP-Arteaga, Coah., México.

2 y 4. Ph. D. e Ing. Maestros-Investigadores del Depto. de Fitomejoramiento, Div. Agronomía, UAAAN.

3. Investigador Programa de Algodón CAELALA, Matamoros, Coah., México

INTRODUCCIÓN

Dos especies de algodón: *Gossypium hirsutum* y *G. barbadense* se siembran comercialmente en el mundo. La especie *hirsutum* se explota en más del 90% del área cultivada, por poseer mejores características agronómicas y mayor potencial de producción (Palomo, 1985). La planta de algodón es predominantemente autógama, pero bajo ciertas condiciones puede presentar hasta un 80% de cruzamiento (White y Richmond, 1963). Anteriormente, la producción de semilla híbrida, ya sea por polinización manual y/o polinización natural, era Impráctica o muy costosa. Meyer (1973) descubrió un sistema de androesterilidad genético-citoplásmica y de restauración de fertilidad que permite la producción de híbridos de algodón a nivel comercial.

En México existe poca información del potencial de rendimiento de híbridos de algodón, por lo que el objetivo del presente estudio fue determinar la heterosis y la heterobeltiosis para algunas características cuantitativas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se inició en 1984, en el Campo Agrícola Experimental La Laguna (CAELALA) del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias en Matamoros, Coah. Ese año se realizaron las cruzas simples directas, en forma manual, entre cinco progenitores introducidos: CA-1814, EXA-4-6-78, CAMD-EX-77-3840, Paymaster-792 y Arkugo; y una variedad comercial (Stoneville-213), empleada como testigo por ser el cultivar de alta producción en la región.

En 1985, en terrenos del CAELALA se establecieron, para su evaluación, los progenitores y sus 15 cruzas, bajo un diseño de bloques al azar con tres repeticiones; la distancia entre surcos fue de 0.80 m. La parcela total fue de un surco con 26 plantas, espaciadas a 0.20 m entre sí. La parcela útil comprendió 20 plantas. Las características evaluadas fueron: rendimiento, en kilogramos de algodón hueso/ha; porcentaje de cosecha a primera pizca; porcentaje de cosecha a segunda pizca; índice de producción (total de algodón dividido por días a maduración media); días a maduración media; días a primeras flores y días a primeros capullos; y altura de planta (cm).

Los promedios de las diferentes características agronómicas fueron utilizados para realizar análisis de varianza; la heterosis fue calculada de dos formas: 1) Heterosis, desviación del híbrido respecto al comportamiento medio de ambos progenitores, y 2) Heterobeltiosis, desviación del híbrido respecto al mejor progenitor.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza (no se presenta el cuadro), reveló diferencias significativas entre tratamientos para el porcentaje de cosecha a primera pizca y altura de planta, e indicó variabilidad entre tratamientos para estas características. La subdivisión de la varianza de tratamientos indicó que los progenitores diferían ampliamente en la mayoría de las características estudiadas, con excepción de los días a primeras flores. Las cruzas variaron significativamente en rendimiento en algodón hueso, porcentaje de cosecha a primera pizca, índice de producción, días a primeros capullos y altura. Para la comparación de progenitores con sus cruzas, hubo diferencias altamente significativas para todos los caracteres en estudio.

En esta investigación se identificaron las líneas Stoneville-213 y CA-1814 como sobresalientes, por su alto rendimiento de algodón hueso (Cuadro 1). Considerando que en algodón el criterio de precocidad se basa en la proporción del rendimiento total que se levanta a la primera pizca, los progenitores más precoces fueron Arkugo-4, CAMD-EX-77-3840 y EXA-4-6-78, de los que se cosechó 30, 40 y 25% más de su producción total respectiva, que el cultivar Stoneville-213, del cual se obtuvo a la primera pizca sólo el 28.7% de su rendimiento total.

En el caso de los híbridos (Cuadro 2), sobresallieron por su alto rendimiento aquéllos en los que participó como progenitor el cultivar Stoneville-213 (Cuadro 3) y, por su precocidad, los híbridos en los que participaron los genotipos Arkugo-4 y CAMD-EX-77-3840. Las cruzas de más alto rendimiento también presentaron mayores índices de producción y fueron más tardías en sus días a maduración. La tendencia de la mayoría de los híbridos en superar a sus progenitores indica la importancia de realizar cruzamientos con germoplasma introducido. Así se observa que las líneas introducidas, al cruzarse con el cultivar Stoneville-213, tuvieron incrementos significativos de algodón cosechado a primera pizca, sin efecto negativo sobre el rendimiento, con excepción de la línea Paymaster-792.

En el Cuadro 3 se presentan los valores de heterosis para diferentes características agronómicas evaluadas. En días a maduración media, días a primeras flores y días a primeros capullos, los híbridos mostraron valores próximos a la media de los progenitores, lo cual es indicativo de una insignificante presencia de heterosis. En cambio, para las características de rendimiento de algodón hueso/ha, porcentaje de cosecha a primera pizca, índice de producción y altura de planta, la heterosis fue de mayor magnitud.

La importancia y utilización de la heterosis, depende de los incrementos en el rendimiento y del grado en que se manifiesten otros caracteres de interés agronómico y económico con respecto al mejor de los progenitores, o sea, de la heterobeltiosis. Al respecto, en el Cuadro 4 se observa que para rendimiento

Cuadro 1. Medias de características agronómicas de seis progenitores de algodón

Progenitor	Rendto. (kg algodón hueso/ha)	Características agronómicas				Días a			Altura (cm)
		Porcentaje cosecha		Índice producción	Maduración media	Primeras flores	Primeros capullos	Altura (cm)	
		1a. pizca	2a. pizca						
Stoneville-213	7296 a	28.7 d	88.4 b	48.2 a	151 b	58	121 b	125 a	
CA-1814	7103 a	33.0 cd	89.9 b	47.2 a	150 b	57	121 b	123 a	
Paymaster-792	6149 ab	45.7 bc	91.7 b	41.4 ab	148 a b	54	118 a b	100 b	
Arkugo-4	5895 ab	58.3 ab	94.7 a b	40.4 ab	145 a	53	111 a	98 b	
CAMD-EX-77-									
3840	4949 b	68.7 a	98.7 a	34.4 b	144 a	53	114 a	66 c	
EXA-4-6-78	4843 b	53.7 b	96.6 a b	32.6 b	149 a b	53	116 a	87 b	
x	6039	48.0	93.4	40.7	148	55	117	100	
DMS(5%)	1459	14.3	5.4	10.2	4.3	--	5.0	14	

Valores seguidos de la misma letra, son estadísticamente iguales al 5% de probabilidad (DMS)

Cuadro 2. Medias de características agronómicas de 15 cruzas de algodón.

Cruza	Rendto. (kg algodón hueso/ha)	Porcentaje cosecha		Índice producción	Maduración media	Días a		Altura (cm)
		2a. pizca				Primeras flores	Primeros capullos	
		1a. pizca	2a. pizca					
3 X 6	7353 a	52.0 b	93.6	50.0 a	147	53	117 a b	95 ab
5 X 6	7319 a	56.7 a	94.4	50.1 a	146	54	111 a	100 ab
2 X 6	6984 a	40.3 b	91.4	46.9 a	149	54	116 a b	102 ab
1 X 6	6896 a	52.7 b	95.5	46.9 a	147	53	112 a	96 ab
4 X 6	6228 a b	44.3 b	92.9	42.1 a b	148	56	120 b	109 a
2 X 3	6183 a b	56.7 a b	96.0	42.3 a b	146	53	112 a	87 b
3 X 5	6138 a b	66.3 a	98.5	42.5 a b	144	53	114 a	86 b
4 X 5	6091 a b	55.7 a b	95.6	41.6 a b	146	54	116 a b	90 b
1 X 2	5996 a b	56.3 a b	97.0	43.3 a b	139	54	113 a	88 b
3 X 4	9965 a b	63.0 a b	97.6	41.2 a b	145	53	115 a	88 b
2 X 5	5925 a b	49.7 b	91.3	40.1 a b	148	53	113 a	90 b
2 X 4	5916 a b	51.3 b	95.1	40.3 a b	147	53	113 a	88 b
1 X 3	4621 b	61.0 a b	96.0	31.9 b	145	53	111 a	77 b
1 X 5	4591 b	67.0 a	98.6	31.9 b	144	53	112 a	89 b
1 X 4	4516 b	57.0 a b	96.4	30.9 b	146	53	113 a	89 b
X	6048	55.3	95.4	41.5	146	53	114	91
DMS(5%)	1459	14.3	---	12.0	---	--	4.9	14

Valores seguidos de la misma letra, son estadísticamente iguales al 5% de probabilidad (DMS)

Cuadro 3. Heterosis (%) para diferentes características agronómicas en algodón

Cruza	Rendto. (kg algodón hueso/ha)	Porcentaje cosecha		Índice producción	Días a		Altura de planta (cm)	
		1a. pizca	2a. pizca		Maduración media	Primeras flores		
1 X 2	0.40	30.00	3.99	8.57	-7.15	-2.70	-4.90	-16.20
1 X 3	-23.30	20.00	1.75	-21.88	-1.29	-4.20	-5.10	-18.90
1 X 4	-31.80	44.92	6.21	-30.25	-2.33	-5.10	-6.00	-20.50
1 X 5	-29.40	46.74	6.79	-27.16	-2.40	-4.50	-3.40	-18.60
1 X 6	-4.20	70.84	7.13	-1.56	-2.75	-8.10	-7.70	-22.10
2 X 3	26.30	7.36	-1.77	26.33	-0.22	-0.30	-2.20	14.30
2 X 4	7.60	3.34	0.95	8.21	-1.00	-1.20	-3.40	-6.40
2 X 5	10.40	11.30	-4.53	10.00	-0.79	-0.60	-0.40	-1.60
2 X 6	15.10	-2.04	-1.23	13.83	-0.55	-3.30	-2.10	-4.20
3 X 4	7.50	10.20	-2.49	8.49	-0.96	-0.60	0.10	4.80
3 X 5	13.20	4.46	1.85	13.49	0.10	-0.90	-1.20	4.20
3 X 6	1.20	6.84	0.03	20.94	-0.41	-4.80	-0.30	-1.60
4 X 5	-7.30	0.00	1.76	1.74	-0.29	-0.60	1.30	-9.50
4 X 6	11.00	19.26	3.10	-6.00	-1.36	-0.90	0.40	-4.00
5 X 6	20.10	30.28	3.05	13.13	-1.23	-3.90	-3.70	-10.70

Cuadro 4. Heterobeltiosis (%) para diferentes características agronómicas en algodón.

Cruzas	Rendto. (kg algodón hueso/ha)	Porcentaje cosecha		Índice producción	Días a		Altura (cm)	
		1a.pizca	2a.pizca		Maduración media	Primeras flores		Primeros capullos
1 X 2	-15.59	4.96	0.39	-8.23	-6.58	1.26	-2.60	-28.45
1 X 3	-34.94	-11.17	2.78	-32.42	1.00	-0.62	-1.80	-37.39
1 X 4	-36.42	24.81	5.09	-34.48	-2.65	-2.45	-4.80	-27.64
1 X 5	-35.37	14.86	4.08	-34.41	-1.42	-1.24	1.20	-26.83
1 X 6	-5.49	59.65	6.24	-2.60	-2.50	-7.60	-7.70	-23.01
2 X 3	24.9	-17.47	-2.82	22.91	1.46	0.00	-1.18	-1.15
2 X 4	-3.79	-4.36	3.64	-2.70	-0.97	0.00	-2.30	-12.87
2 X 5	0.50	-14.85	-3.58	-0.63	1.90	0.00	1.81	-7.14
2 X 6	-4.27	-24.85	6.24	-2.82	0.35	1.26	0.29	-19.05
3 X 4	-2.99	-8.26	-1.15	-0.66	0.62	0.00	2.35	-12.87
3 X 5	4.10	-3.41	-0.22	5.16	0.37	-0.60	-2.35	-12.24
3 X 6	-0.93	-24.27	-5.24	3.70	2.20	-0.60	3.24	-24.60
4 X 5	-14.63	-10.85	3.43	0.44	1.00	0.00	4.82	-10.89
4 X 6	0.31	-24.00	1.26	-12.59	-0.38	2.45	1.69	-13.49
5 X 6	0.78	-2.84	-0.37	3.95	1.10	0.00	8.70	-20.63

de algodón hueso/ha, sólo los híbridos 2x5, 3x5, 5x6 y 2x3 superaron el comportamiento del mejor progenitor. Sobresalió la cruce 2 x3 con 24.9%. Esta misma cruce manifestó, también, mejor heterobeltiosis para índice de producción.

En lo que se refiere al porcentaje de algodón cosechado a la primera y a la segunda pizca, los híbridos 1x4, 1x5 y 1x6, fueron los más sobresalientes. Se observó que el progenitor CA-1814 estuvo presente en todos los casos, por lo cual se deduce que es una buena fuente de precocidad.

Se observó que los híbridos sobresalientes por su producción se asocian negativamente con la precocidad, lo cual indica que el rendimiento es afectado por el ciclo de madurez, por lo cual se supone que, en un programa de hibridación hacia mayores rendimientos, se obtendrán incrementos en producción si se selecciona, indirectamente, genotipos tardíos. Sucederá lo opuesto, con programas en los cuales el objetivo principal sea la precocidad del cultivo.

Los resultados en este estudio coinciden con los informados por Wells y Meredith (1986) para rendimiento y precocidad. Además, la mínima expresión del vigor híbrido detectada para las demás características, puede ser debida a que son cruces intraespecíficas, concordando con Hutchinson *et al.* (1935), quienes señalan que en este tipo de cruces es de esperarse ausencia o baja heterosis. Considerando que la Comarca Lagunera es una región con alto potencial productivo para algodón, debe tomarse en cuenta lo indicado por Thomson (1971) y Hawkins *et al.* (1965), en el sentido de que la magnitud del incremento en rendimiento puede ser más importante que en porcentaje de incremento.

Por lo anterior y considerando que México es el país de origen de la fuente de esterilidad y de restauración de fertilidad *Gossypium harknessii*, especie diploide originaria de Baja California Sur e importante por su estabilidad ecológica, es posible la formación de híbridos de algodón en México en forma comercial (Palomo, 1985). Los resultados de la presente investigación hacen posible diseñar genotipos de conformación óptima, de acuerdo al sistema de producción en que se va a explotar, el manejo que se va a proporcionar y la influencia de las condiciones ecológicas sobre la planta.

CONCLUSIONES

Las líneas tuvieron efecto favorable para las características de medición de precocidad, al cruzarse con el cultivar Stoneville- 213 y sin efecto significativo sobre el rendimiento, con excepción de la línea Paymaster-792.

La mayor heterosis para rendimiento se observó en el híbrido EXA- 4-6-78 x CAMD-EX-3840; el resto de los híbridos, por lo general, presentó bajos valores de heterosis, sin importancia económica para rendimiento.

En precocidad, los híbridos CA-1814 x EXA-4-6-78, CA-1814 x Paymaster-792, CA-1814 x Arkugo-4 y CA-1814 x Stoneville-213 mostraron valores significativos de heterosis; presentaron una maduración más precoz, así como una disminución en altura de planta que el mejor progenitor.

BIBLIOGRAFÍA

- Hawkins, B.S., H.A. Peacock, y W.W. Ballard. 1965. Heterosis and combining ability in upland cotton effect on yield. *Crop Sci.* 5: 543-546.
- Hutchinson, J.B., P.D. Gadkavi, y A.J. Ansari. 1935. A note on the inheritance of sterility in cotton. *Indian J. Agr. Sci.* 5: 619-623.
- Meyer, V.G. 1973. Fertility restorer gene for cytoplasmic male sterility from *Gossypium harknessi*. *Proc. Beltwide Cotton Prod. Res. Conf.* p. 65.
- Palomo G., A. 1985. La heterosis y su uso en el cultivo del algodón. *Seminario Técnico Vol. 9 (4): 65-83. CAELALA-CIAN- INIFAP-SARH.*
- Thomson, N.J. 1971. Heterosis and combining ability of american and african cotton cultivars in a low latitude under high yield conditions. *Aust. J. Agr. Res.* 28:759-770.
- Wells, R., y W.R. Meredith Jr. 1986. Heterosis in upland cotton. I. Growth and leaf area partitioning. *Crop. Sci.* 6:1119- 1123.
- White, T.G., y T.R. Richmond. 1963. Heterosis and combining ability in top and diallel crosses among primitive, foreign and cultivated american upland cotton. *Crop. Sc.* 3:58-63.