

# Aptitud Combinatoria para Diferentes Características Cuantitativas en Algodón (*Gossypium hirsutum* L.)<sup>1</sup>

V. M. Parga\*, S. Kuruvadi\*\*, A. Palomo\*\*\*, F. Borrego\*\*

## ABSTRACT

In this study six parents and their 15 direct hybrids were evaluated using a randomized block design with three replications through method 2 and model II of the diallel series of Griffing (3), so as to identify better parents with higher values of general combining ability (GCA), as well as superior crosses with higher values of specific combining ability (SCA) for different agronomic characters in cotton. The analysis of variance indicated significant differences for the majority of characters studied for parents and hybrids and also for their comparisons. The proportion between GCA/SCA indicated a predominant role of additive variance in the expression of yield of cotton at first harvest, boll weight, percent of lint, seed index and days to first formation of bolls. For characters such as yield of lint of cotton, percentage as second harvest, seed index and days to first flowering, the correlation between GCA/SCA was less; however, the additive variance was greater than the non-additive variance. The calculation of the GCA effect indicated that the variety Stoneville-213 was the best general combiner for cotton yield, while the parents CAMD-EX-77-3840 and Arkugo-4 for earliness. For boll weight, the lines Paymaster-792 and CAMD-EX-77-3840 were best, and for percentage of lint of cotton, the genotype CA-1814 recorded higher values of GCA. As for the effect of SCA, the crosses 2 x 3, 3 x 4, 3 x 5, 3 x 6 and 5 x 6 excelled for cotton yield, and the crosses 1 x 2, 1 x 5 and 1 x 6 for earliness. For boll weight and for the production index, the hybrids 2 x 4, 3 x 5 and 3 x 6 presented higher and significant effects of SCA.

## INTRODUCCION

El cultivo de algodón ocupa el primer lugar en importancia económica y social, en la Comarca Lagunera de México, ya que aporta el 57% del valor total de la producción regional (13). La producción de algodón ha sido incrementada mediante la utilización de variedades mejoradas y la generación de prácticas culturales. Sin embargo, se pueden obtener incrementos en productividad mediante el mejoramiento genético y se identifican líneas sobresalientes que posean características deseables.

1 Recibido para publicación el 16 de junio 1988

\* Parte de Tesis de Maestría.

\* Alumno tesario, actualmente Investigador Programa de Papa en el CEFAP-Arteaga, Coah., México.

\*\* Maestros Investigadores de la UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah., México.

\*\*\* Investigador Programa de Algodón CAELALA, Matamoros, Coah., México

## COMPENDIO

En este estudio se evaluaron seis progenitores y sus 15 híbridos directos bajo un diseño de bloques al azar con tres repeticiones. Con el objetivo de identificar progenitores con altos valores de aptitud combinatoria general (ACG) y cruzas con valores superiores de aptitud combinatoria específica (ACE) para diferentes características agronómicas se utilizó el Modelo 2 y Método II de la serie de análisis dialélicos de Griffing (3). El análisis de variancia indicó diferencias significativas para la mayoría de las características estudiadas para progenitores y cruzas, así como la comparación de ambos. La relación ACG/ACE indicó el papel predominante de la variancia aditiva en la expresión del rendimiento a primera cosecha, peso de capullo, porcentaje de fibra, índice de semilla y días a primeros capullos. Mientras que para las características de rendimiento de algodón no desmotado: porcentaje de segunda cosecha, índice de producción y días a primeras flores; la proporción ACG/ACE fue baja; sin embargo, la variancia aditiva supera a la no aditiva. Los efectos de ACG indicaron que el cultivar Stoneville-213 fue el mejor combinador para rendimiento y las líneas CAMD-EX-77-3840 y Arkugo-4 para precocidad. Para peso de capullo las mejores fueron: Paymaster-792 y CAMD-EX-77-3840 y la línea CA-1814 sobresalió por su mejor efecto de ACG para porcentaje de fibra. En lo referente a los efectos de ACE, las cruzas 2 x 3, 3 x 4, 3 x 5, 3 x 6 y 5 x 6 sobresalieron para el rendimiento y las cruzas 1 x 2, 1 x 5 y 1 x 6 para características de medición de precocidad y para peso de capullo e índice de producción, los híbridos 2 x 4, 3 x 5 y 3 x 6 presentaron efectos de ACE altos y significativos.

En un programa de mejoramiento genético su eficiencia depende de la selección racional de los progenitores para la obtención de heterosis en la F<sub>1</sub> y generar segregantes en generaciones tempranas. Los progenitores superiores, pueden ser seleccionados a través de estudios de aptitud combinatoria y diversidad genética. Varios investigadores (7, 8, 11, 15, 16), han realizado estudios de aptitud combinatoria para diferentes características agronómicas en algodón. En México, la investigación de estudios genéticos en el algodón es reciente, existiendo poca literatura sobre trabajos realizados en el aspecto de aptitud combinatoria, la cual es importante para identificar las combinaciones superiores y seleccionar los mejores progenitores por su habilidad combinatoria en características deseables.

En el presente estudio se evaluaron seis progenitores y sus 15 híbridos con los objetivos de identificar

progenitores con altos valores de ACG y seleccionar los mejores híbridos con altos valores de ACE para diferentes características cuantitativas.

#### REVISION DE LITERATURA

Turner (15) indica que para rendimiento es más importante la aptitud combinatoria específica ACE que la aptitud combinatoria general ACG. En otros estudios, White y Kohel (16) y Miller y Marani (8), detectaron variación genética aditiva significativa para rendimiento de algodón porcentaje de fibra y precocidad. Asimismo, los primeros investigadores encontraron que el rendimiento presentó dominancia parcial (0.91) positiva. Meredith *et al.* (7) reportan la presencia de variancia no aditiva para rendimiento de fibra y peso de capullo y de variancia aditiva para componentes del rendimiento. Quisenberry (11, 12), encontró gran superioridad de la variancia genética aditiva sobre la dominante para altura de planta, longitud de entrenudos de ramas fructíferas y de número de nudos a primera rama fructífera.

Dudley y Moll (2) indican que un programa de mejoramiento puede dividirse en tres etapas: primero, en la creación de un complejo o variable de germoplasma; segundo, en la selección de individuos superiores del complejo; y tercero, en la utilización de los individuos sobresalientes para crear una variedad superior. Considerando estos planteamientos en el mejoramiento moderno de plantas, es importante el conocimiento relativo de las líneas o variedades usadas como progenitores en programas de hibridaciones, ya que la experiencia ha demostrado que algunas líneas se combinan bien con otras líneas para producir progenies híbridas de alta producción; otras, solamente se combinan en forma satisfactoria con unas cuantas líneas o con ninguna. En este sentido, el mejorador logra eficiencia óptima de acuerdo con su programa, al cuantificar la capacidad de una línea para transmitir productividad conveniente a su progenie híbrida.

Sprague y Tatum (14) definen la ACG como el comportamiento promedio de un individuo en una serie de combinaciones híbridas y la ACE como las desviaciones de ciertas cruzas en relación con el comportamiento promedio de los progenitores. De acuerdo con esto, para hacer un mejor uso de la ACG y la ACE, Comstock *et al.* (1), mencionan que la metodología de selección recíproca recurrente permite hacer un mejor aprovechamiento de los efectos genéticos aditivos; así como los no aditivos y presentan tres diferentes métodos, dependiendo su aplicación de las frecuencias génicas presentes, así como del grado de ligamiento.

Hoegenmeyer y Hallauer (4) indican que en un programa de mejoramiento cuya finalidad sea la obtención de híbridos la ACE será más importante, dado que se puede hacer mejor uso de los efectos no aditivos, como dominancia y epistasia, ya que la variancia para ACG explica la porción de la variancia genotípica debida a los efectos aditivos de los genes, mientras que en la variancia para ACE se encuentra la porción de la variancia genotípica que puede ser debida a desviaciones de dominancia.

Para la estimación de la ACG y la ACE, Griffing (3) define el concepto de las cruzas dialélicas como el procedimiento en el cual un grupo de P líneas o padres son usados en cruzamientos, los que pueden ser también representados en una matriz de P x P elementos. También presenta cuatro métodos para el análisis de cruzas dialélicas:

1. Incluye padres y F<sub>1</sub> directas y recíprocas, es decir P<sup>2</sup> combinaciones.
2. Incluye padres y F<sub>1</sub> directos sin recíprocas, resultando así  $\frac{1}{2} P(P + 1)$  combinaciones.
3. Incluye F<sub>1</sub> directas y F<sub>1</sub> recíprocas, es decir P (P-1) combinaciones y por último
4. Incluye solamente las F<sub>1</sub> directas, es decir  $\frac{1}{2} P$  (P-1) combinaciones.

Los métodos 3 y 4 son denominados "dialélicos modificados", ya que no incluyen a los progenitores; y los métodos 1 y 3, que incluyen los tratamientos en ambos sentidos, son usados para estimar efectos recíprocos con la finalidad de detectar herencia materna.

#### MATERIALES Y METODOS

Esta investigación se llevó a cabo en el Campo Agrícola Experimental La Laguna (CAELALA) localizado en Matamoros, Coahuila, México, durante los ciclos 1984 y 1985. Se utilizaron seis progenitores CA-1814, EXA-4-6-78, CAMD-EX-77-3840, Paymaster-792, Arkugo-4 y Stoneville-213. Este orden de progenitores es el que se utilizó en las cruzas dialélicas.

Estas líneas provienen de programas de mejoramiento en algodón de los Estados Unidos y poseen amplia variabilidad para las características cuantitativas tales como rendimiento, peso de capullo, altura de planta, días a floración, etc. y fueron seleccionadas por poseer características deseables en diferentes evaluaciones realizadas en la Comarca Lagunera.

En 1984 se realizaron las cruzas dialélicas directas posibles de los seis progenitores, obteniendo suficien-

te semilla híbrida. En 1985 se sembraron los progenitores y sus respectivos 15 híbridos bajo un diseño de bloques al azar con tres repeticiones. La distancia entre surcos fue de 80 y 20 cm entre plantas, y con la parcela total de un surco de 26 plantas, siendo la parcela útil de 20 plantas, dejando tres plantas por orillas. El manejo del cultivo se realizó de acuerdo con las recomendaciones del CAELALA para su desarrollo óptimo.

Se tomaron datos de rendimiento de algodón no desmotado, porcentaje de algodón en la primera y segunda cosecha, índice de producción, peso de capullo, índice de semilla, fecha media de madurez, porcentaje de fibra, días a primeras flores, capullo y altura de planta. Sus promedios se utilizaron para realizar el análisis de variancia para la obtención de la aptitud combinatoria y sus efectos mediante el método II y modelo 2 de Griffing (3).

### RESULTADOS Y DISCUSION

El análisis de variancia para diferentes características agronómicas en algodón (Cuadro 1) reveló diferencias significativas entre tratamientos para porcentaje de algodón a primera cosecha, índice de semilla, porcentaje de fibra y altura, indicando variabilidad entre los tratamientos para estas características. La subdivisión de la variancia de tratamientos debido a progenitores diferían ampliamente en rendimiento de algodón no desmotado, porcentaje de algodón a primera cosecha, porcentaje de algodón a segunda cosecha, índice de producción, fecha de maduración media, porcentaje de fibra, días a primeros capullos, altura de planta y resistencia de fibra. En las cruzas

se observaron diferencias significativas para la mayoría de las características, excepto porcentaje de algodón a segunda cosecha y fecha de maduración media. Para la comparación de progenitores vs. cruzas, se detectaron diferencias altamente significativas para todos los caracteres bajo estudio.

Las estimaciones de ACG señalaron diferencias significativas en porcentaje de algodón a primera cosecha, peso de capullo y porcentaje de fibra indicaron la participación de variancia aditiva en la herencia de estas características. Mientras que para las características de rendimiento de algodón no desmotado y días a primeras flores se detectó ACE significativo estando controlados por genes no aditivos. El índice de semilla, días a primeros capullos y altura, presentan significancia para ACG y ACE, revelando que los efectos genéticos aditivos y no aditivos están involucrados en su expresión.

La comparación de las proporciones ACG/ACE indican el papel predominante de la ACG sobre la ACE para los caracteres de porcentaje de algodón a primera cosecha, peso de capullo, porcentaje de fibra y altura de planta, deduciéndose que estas características son mayormente controladas por genes de herencia aditiva pudiendo predecirse su comportamiento en generaciones tempranas. Estos resultados confirman lo reportado por varios investigadores (6, 9, 10, 15, 17, 18). En programas de mejoramiento de algodón en México, Palomo y Prado (10) indican que es más importante la ACG al menos mientras no se tenga un adecuado sistema de esterilidad citoplásmica, un sistema restaurador de fertilidad y una técnica de producción de semilla práctica y barata.

Cuadro 1. Análisis de variancia, aptitud combinatoria y relación ACG/ACE para diferentes características agronómicas en algodón.

Fuente de variación	Grados libertad	Cuadrados medios				
		Rendimiento algodón	% de algodón		Índice producción	Peso capullo
			1a. cosecha	2a. cosecha		
Repeticiones	2	794 708 50	1 380.33 **	60.76	31.46	0.20
Tratamientos	20	2 533 216 80	325.33 *	25.72	107.40	0.76
Progenitores	5	3 171 752.60 *	702.31 *	47.92 *	122.26 *	0.86
Cruzas	14	2 467 944 90 *	164.52 *	26.33	230.44 *	0.77 *
Prog. vs Cruzas	1	8 715 238 70 **	11 606.37 **	23 421.47 **	4 377.78 **	96.97 **
ACG	5	1 531 322 10	264.80 **	15.58	58.77	0.63 **
ACE	15	615 541 33 *	55.99	6.02	28.14	0.13
Error	40	312 812 53	19.89	3.54	15.25	0.08
ACG/ACE	—	2:1	5:1	2:1	2:1	5:1

\* Significativo al 5%.

\*\* Significativo al 1%.

## Continuación del Cuadro 1

Fuente de variación	Cuadrados medios					
	Índice semilla	Fecha maduración media	% fibra	Días a primeras		Altura
				flores	capullos	
Repeticiones	0.32	16.70	3.65	5.35	124.90 **	544.40
Tratamientos	1.82 *	21.64	6.15 *	6.12	33.90	539.26 **
Progenitores	1.54	28.19*	12.86 **	14.06	56.62 *	1 487.25**
Cruzas	2.04 **	15.19	4.19 *	0.30 **	20.18 *	174.93*
Prog vs Cruzas	361.50 **	47 536.94**	12.86 *	5 883.85 **	27 579.81 **	13 385.60*
ACG	1.18 *	8.97	6.52 **	3.28	24.17 *	478.60**
ACE	0.42 **	6.30	0.56	1.63 **	9.07 **	80.75**
Error	0.11	3.36	0.43	0.53	2.73	27.38
ACG/ACE	3:1	1:1	11:1	2:1	3:1	6:1

\* Significativo al 5%

\*\* Significativo al 1%

Una comparación directa del comportamiento de los progenitores se puede obtener mediante estimadores de efectos de ACG (Cuadro 2). Al respecto, los resultados indican que para rendimiento e índice de producción de algodón no desmotado, el cultivar Stoneville-213 es el mejor genotipo, al obtener el valor más alto y positivo siendo además la línea que presentó los más altos rendimientos. Por su parte, las líneas CAMD-EX-77-3840 y EXA-4-6-78 son las peores al obtener valores bajos y negativos. Considerando que la presencia de una alta ACG sea indicio de una alta acción génica aditiva según Hoegenmeyer y Hallauer (4), se puede inferir que el cultivar Stoneville-213, es de los más adecuados para fungir como progenitor en cruzas simples, dobles y triples, en programas de hibridación y como una línea en programas de selección recurrente para incrementar la frecuencia de genes deseables del rendimiento en la progenie.

En características de medición de precocidad, las líneas CAMD-EX-77-3840 y Arkugo-4, fueron los mejores combinadores y por esto, dichos genotipos pueden usarse como progenitores en un programa cuyo objetivo es la obtención del máximo de cosecha en menos tiempo. Estos genotipos pueden ser de utilidad en el desarrollo de cultivares precoces, ya que además de obtener el producto económico en menor tiempo, son favorables por evitar condiciones adversas como son la sequía, plagas, enfermedades, temperaturas desfavorables y pueden ser más eficientes con el agua de riego, sucediendo lo opuesto con el cultivar Stoneville-213, que presentó efectos de maduración tardía. Las líneas CAMD-EX-77-3840 y Paymaster-792, tuvieron efectos positivos hacia mayor peso de capullo e índice de semilla; características consideradas como componentes del rendimiento (5), por lo que son importantes para usar como progenitores en programas que deseen mejorar estas características.

Cuadro 2. Efectos de la aptitud combinatoria general (ACG) de progenitores en algodón para diferentes características agronómicas.

Progenitor	Rendimiento algodón	% de algodón		Índice producción	Peso capullo	Índice semilla
		1a. cosecha	2a. cosecha			
CA-1814	-186.484	-1.433	0.037	-1.181	-0.273	-0.133
EXA-4-6-78	-203.986	-1.222	0.110	-1.329	-0.106	-0.008
CAMD-EX-77-3840	-269.862	8.112	2.005	-1.503	0.489	0.654
Paymaster-792	-162.944	-1.550	-0.360	-1.218	0.118	0.184
Arkugo-4	-58.696	4.611	0.512	-0.226	-0.429	-0.891
Stoneville-213	881.972	-8.513	-2.305	5.457	0.028	-0.267

Continuación del Cuadro 2.

Progenitor	Fecha maduración media	% fibra	Días a primeras		Altura
			flores	capullos	
CA-1814	-0.364	1.160	0.445	-0.222	3.375
EXA-4-6-78	0.158	-0.316	-0.555	-0.930	-3.625
CAMD-EX-77-3840	-1.235	-0.581	-0.598	-1.431	-11.500
Paymaster-792	0.462	-0.807	0.070	1.194	0.750
Arkugo-4	-0.891	-1.161	-0.389	-1.514	-0.875
Stoneville-213	1.868	0.544	-1.028	2.903	11.875

Para otro componente del rendimiento, la línea CA-1814 fue la mejor combinadora para porcentaje de algodón fibra, siendo relevante para obtener el rendimiento de fibra, el cual es de mayor importancia desde el punto de vista económico

Los genotipos Stoneville-213, CAMD-EX-77-3840 y Arkugo-4, ilustran la estrecha relación entre rendimiento, precocidad y altura, ya que mientras para el primer cultivar se tienen los más altos rendimientos con una maduración tardía y mayor altura, para los dos cultivares siguientes sucede lo contrario, es decir, son más precoces pero con efectos negativos en rendimiento y altura de planta confirmando lo reportado por Palomo y Prado (10).

De acuerdo con estos resultados, las líneas con efectos significativos de ACG, pueden utilizarse en programas de mejoramiento de algodón, utilizando

metodologías tradicionales como es la selección masal, selección por pedigrí, selección recurrente, etc. Esto agiliza el mejoramiento genético de características de importancia económica.

Al considerar la ACE, es necesario recordar que es la porción de variancia genotípica, probablemente debido a desviaciones de dominancia y no alélica; es decir, es importante en programas cuyo objetivo sea la información de híbridos para aprovechar los efectos heteróticos, ya que es la aptitud de una línea para producir una buena combinación híbrida únicamente con otro progenitor en particular. A este respecto (Cuadro 3), los valores más altos de ACE para rendimiento de algodón no desmotado, los obtuvieron los híbridos 2 x 3, 3 x 4, 3 x 5, 3 x 6 y 5 x 6, en los cuales puede observarse la destacada participación de la línea CAMD-EX-77-3840, al participar en cuatro de las cinco cruzas, constituyéndose así en un geno-

Cuadro 3. Efectos de aptitud combinatoria específica (ACE) de 15 híbridos en algodón para diferentes características agronómicas.

Cruzas	Rendimiento algodón	% de algodón		Índice producción	Peso capullo
		1a. cosecha	2a. cosecha		
1 x 2	340.963	5.921	2.119	4.559	0.066
1 x 3	-967.876	1.257	0.775	-6.679	0.629
1 x 4	-1.180.124	6.920	1.979	-7.935	-0.225
1 x 5	-1.209.372	10.750	3.327	-7.952	0.192
1 x 6	154.960	9.552	3.084	1.416	0.188
2 x 3	611.956	-3.284	-0.888	3.923	0.437
2 x 4	237.379	1.040	0.577	1.614	0.608
2 x 5	135.790	-6.783	-4.005	0.428	-0.275
2 x 6	261.122	-2.999	-1.138	1.494	0.088
3 x 4	352.254	3.379	1.232	2.633	-0.187
3 x 5	421.665	0.543	1.279	2.939	0.496
3 x 6	695.667	-0.663	-0.863	4.771	0.325
4 x 5	267.748	-4.119	-0.015	1.802	0.001
4 x 6	-535.918	1.334	0.812	-3.362	-0.303
5 x 6	450.501	7.508	1.449	3.619	-0.253

Continuación del Cuadro 3

Cruzas	Índice semilla	Fecha maduración media	% fibra	Días a primeras		Altura
				flores	capullos	
1 x 2	-0.202	-7.315	-0.157	-0.053	-1.196	- 6 036
1 x 3	0.436	0.463	0.779	-0.672	-2.030	- 9 161
1 x 4	-0.459	0.828	-1.432	-1.340	-3.321	- 9 411
1 x 5	-0.081	-1.138	-0.745	-0.881	-1.280	- 6 786
1 x 6	-0.209	-1.123	-0.250	-2.298	-5.696	-12 536
2 x 3	-0.022	0.599	0.955	0.319	-0.655	8 839
2 x 4	0.445	-0.033	0.177	-0.348	-2.280	- 3 411
2 x 5	-0.539	2.153	-0.069	0.111	0.095	1 214
2 x 6	1.032	0.754	0.225	-0.637	-0.988	- 0 536
3 x 4	-0.681	-0.903	0.346	0.035	1.220	4 464
3 x 5	0.432	0.092	0.780	0.161	-1.404	4 089
3 x 6	0.669	-0.035	-0.671	-1.255	0.512	0 339
4 x 5	0.470	0.122	2.422	0.161	1.304	- 4 161
4 x 6	-1.093	-0.087	-0.150	0.744	1.220	2 089
5 x 6	-0.513	-1.206	1.037	0.672	3.928	- 5 286

tipo bastante deseable dentro de un programa de formación de híbridos. Estas cruzas pueden explotarse en híbridos  $F_1$  siempre y cuando sea costeable y práctica su producción de semilla. Para precocidad, los genotipos sobresalientes por su maduración rápida fueron 1 x 2, 1 x 5, 1 x 6 y 5 x 6, observando como progenitor común en tres de las cruzas, la presencia de la línea CA-1814, por lo que es un genotipo útil en la producción de híbridos precoces. Para peso de capullo e índice de producción, los híbridos con efectos de ACE altos y significativos fueron el 2 x 4, 3 x 5 y 3 x 6, aspecto en el cual los últimos dos híbridos se relacionan positivamente con rendimiento de algodón no desmotado.

Para días a primeras flores y primeros capullos, las cruzas más sobresalientes por su efecto negativo en ambas características fueron 1 x 4 y 1 x 6; así como la 3 x 6 para la primera y 1 x 5 la segunda característica. El híbrido 3 x 6 presentó significancia positiva para estos parámetros, por lo que puede inferirse que este híbrido requiere más días para la aparición de dichos eventos fenológicos. En altura de planta, los híbridos 1 x 3, 1 x 4 y 1 x 6 mostraron los efectos negativos de ACE y las cruzas 2 x 3, 3 x 4 y 3 x 5 presentaron los efectos positivos observándose que el genotipo CA-1814 es el que tiene asociación alta para inducir baja altura, menor rendimiento y pronta maduración. Estas cruzas pueden ser explotadas en programas de mejoramiento genético de algodón dependiendo del objetivo del programa.

#### CONCLUSIONES

- El progenitor Stoneville-213 fue el mejor combinador para rendimiento de algodón no desmotado, índice de producción, peso de capullo así como para obtener incrementos en altura de planta.
- Las líneas CAMD-EX-77-3840 y Arkugo-4 fueron mejores combinadores para precocidad y disminución en la altura de planta.
- Los híbridos CA-1814 X EXA-4-6-78 y EXA-4-6-78 X CAMD-EX-77-3840, CAMD-EX-77-3840 X Paymaster-792, CAMD-EX-77-3840 X Arkugo-4, CAMD-EX-77-3840 X Stoneville-213, obtuvieron la mejor combinación específica hacia incrementos en rendimientos y las cruzas CA-1814 X CAMD-EX-77-3840, CA-1814 X Paymaster-792, CA-1814 X Arkugo-4 X Stoneville-213, para una maduración temprana.

#### LITERATURA CITADA

1. COMSTOCK, R. E.; ROBINSON, H. G.; HARVEY, P. H. 1969. A breeding procedure designed to make maximum use of both general and specific combining ability. *Agronomy Journal* 41:360-361.
2. DUDLEY, J. W.; MOLL, R. M. 1969. Interpretation and use of estimates of heritability and genetic variances in plant breeding. *Crop Science* 9(3):257-261.

3. GRIFFING, B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. *Australian Journal of Biological Science* 9:463-493.
4. HOEGENMEYER, T.C.; HALLAUER, A.R. 1976. Selection among and within full-sib families to develop single crosses of maize. *Crop Science* 16:76-81.
5. KERR, T. 1966. Yield components in cotton and their interrelations with fiber quality. *Beltwide Cotton Prod Res. Conf.* p. 276-287.
6. LEE, J.A.; MILLER, P.A.; RAWLINGS, J.O. 1967. Interaction of combining ability effects with environments in diallel crosses of upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.) *Crop Science* 7:477-481.
7. MEREDITH, W.R.; BRIDGE, R.R.; CHISM, J.M. 1970. Relative performance of  $F_1$  and  $F_2$  hybrids from doubled haploids and their parent varieties in upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Crop Science* 10:295-298.
8. MILLER, P.A.; MARANI, B.A. 1963. Heterosis and combining ability in diallel crosses of upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.) *Crop Science* 3:441-444.
9. OMRAN, A.D.; EI-GANYNI GALAL, H. 1974. Heterosis and combining ability in crosses between *Gossypium hirsutum* L. and *G. barbadense* L. *Cotton Grow. Rev.* 51:192-209.
10. PALOMO, G.A.; PRADO, M.R. 1975. Estimación de parámetros genéticos y su uso en el mejoramiento genético del algodónero. Seminario Técnico 2(7) CAELALA CIAN-INIFAP-SARH.
11. QUISENBERRY, J.E. 1975. Inheritance of fiber properties among Acala and high plains cultivars of upland cotton. *Crop Science* 15:202-204.
12. QUISENBERRY, J.E. 1977. Inheritance of plant height in cotton II. Diallel analysis of six semi-dwarf strains. *Crop Science* 17(3):347-350.
13. SARH. 1984. Guía para la asistencia técnica agrícola. México, Campo Agrícola Experimental La Laguna, CIAN-INIA-CAELALA.
14. SPRAGUE, G.F.; TATUM, L.A. 1942. General vs. specific combining ability in single crosses of corn. *Journal of the American Society Agron.*
15. TURNER, J.M. 1953. A study of heterosis in upland cotton. I. Yield of hybrids compared with varieties. *Agronomy Journal* 4:484-486.
16. WHITE, T.G.; KOHEL, R.J. 1964. A diallel analysis of agronomic characters in selected lines of cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Crop Science* 4:254-257.
17. WHITE, T.G.; RICHMOND, T.R. 1963. Heterosis and combining ability in top and diallel crosses among primitive, foreign and cultivated American upland cotton. *Crop Science* 3:58-63.
18. WILSON, F.D.; WILSON, R.I. 1975. Breeding potential of noncultivated cottons. I. Some agronomic and fiber properties of selected parents and their  $F_1$  hybrids. *Crop Science* 15:763-766.