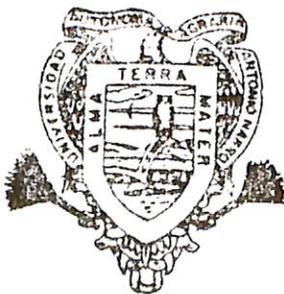


ANALISIS DIALECTICO PARA CARACTERISTICAS
AGRONOMICAS Y DE CALIDAD DE FIBRA
EN ALGODON (Gossypium hirsutum L.)

VICTOR MANUEL PARGA TORRES

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS
EN LA ESPECIALIDAD DE FITOMEJORAMIENTO



Universidad Autónoma Agraria
Antonio Narro

PROGRAMA DE GRADUADOS
BUENAVISTA, SALTILLO, COAH.
ENERO DE 1987

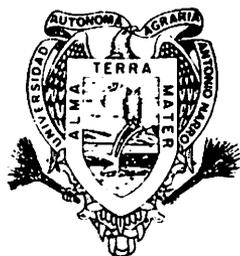
Análisis Dialelico para Características Agronómicas y de Calidad
de Fibra en Algodón (Gossypium hirsutum L.)

Victor Manuel Parga Torres

T e s i s

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Grado de:

Maestro en Ciencias
en la Especialidad de Fitomejoramiento



Universidad Autónoma Agraria
"Antonio Narro"
Programa de Graduados
Buenavista, Saltillo, Coah. Enero de 1987

ANALISIS DIALELICO PARA CARACTERISTICAS AGRONOMICAS Y
DE CALIDAD DE FIBRA EN ALGODON (Gossypium hirsutum L.)

VICTOR MANUEL PARGA TORRES

TESIS

Presentada como requisito parcial
para obtener el grado de
Maestro en Ciencias
Especialidad de Fitomejoramiento

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenvista, Saltillo, Coah.

Enero de 1987

Tesis elaborada bajo la supervisión del comité particular
de asesoría y aprobada como requisito parcial, para optar
al grado de

MAESTRO EN CIENCIAS ESPECIALIDAD
DE FITOMEJORAMIENTO

COMITE PARTICULAR

Asesor principal: *K. Sathyanarayanan*
Dr. Kuruvadi Sathyanarayanaiah

Asesor: *Arturo Palomo Gil*
Dr. Arturo Palomo Gil

Asesor: *Fernando Borrego Escalante*
M.C. Fernando Borrego Escalante

Asesor: *Salvador Godoy Avila*
Dr. Salvador Godoy Avila

Eleuterio López Pérez
Dr. Eleuterio López Pérez
Subdirector de Asuntos de Postgrado



BIBLIOTECA
EGIDIO G. REBONATO
BANCO DE TESIS
U.A.A.A.N.

Buenavista, Saltillo, Coahuila. Enero 1987

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias y a la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" por el apoyo brindado para la realización de mis estudios.

Al Comité de Asesoría por sus valiosas sugerencias y orientación para llevar acabo la presente investigación.

Al personal del Programa de Algodón del Campo Agrícola Experimental la Laguna; en especial al Dr. Arturo Palomo Gil por sus consejos y decidido apoyo en la conducción del experimento y revisión del escrito.

A mis maestros, compañeros y amigos.

DEDICATORIA

A MI ESPOSA E HIJOS

Norma Alicia
Víctor Daniel y Crystal Alicia

CON AMOR

Porque supieron compartir momentos de penuria y alegría para lograr una meta más en nuestra vida.

A MIS PADRES

José Refugio
Ramona

CON ETERNO CARIÑO

Y agradecimiento por los consejos y ejemplos de superación inculcados que me sirven como guía y apoyo para realizar mis estudios y trabajo.

A MIS HERMANOS

José Refugio, Francisco Antonio, Miguel, José Rafael, Ma. del Carmen, Juan Carlos y Ramona

Que me dieron su apoyo cariñoso sin esperar nada a cambio

A LA MEMORIA DE TRES GRANDES MAESTRO INVESTIGADORES
EJEMPLO DE DEDICACION Y TRABAJO:

DR. MARIO CASTRO GIL (+)

ING. M.C. GONZALO OLIVARES O. (+)

ING. M.C. LUIS CEPEDA S. (+)

COMPENDIO

ANALISIS DIALELICO PARA CARACTERISTICAS AGRONOMICAS Y
DE CALIDAD DE FIBRA EN ALGODON (Gossypium hirsutum L.)

POR

VICTOR MANUEL PARGA TORRES

MAESTRIA

FITOMEJORAMIENTO

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, ENERO 1987.

DR. SATHYANARAYANAIAH KURUVADI-ASESOR

Palabras clave: Algodón, aptitud combiantoria, agronómica, calidad, heterosis, parámetros genéticos y correlaciones, Comarca Lagunera.

En la presente investigación se evaluaron 6 progenitores y sus 15 híbridos directos, con el objetivo de estudiar aptitud combinatoria, heterosis, parámetros genéticos y correlaciones en diferentes características agronómicas y de calidad de fibra.

El experimento se estableció en el Campo Agrícola Experimental del Inst. Nal. de Invest. Forestales y Agropecuarias, ubicado en Matamoros, Coah., bajo un diseño de bloques al azar con 3 repeticiones; se tomaron medidas de 14 carac-

terísticas y se analizaron através del método 2 y Modelo II de la serie de análisis dialélicos de Griffing (1956).

El análisis de varianza indicó diferencias significativas para la mayoría de las características estudiadas. En lo que se refiere al análisis dialélico en las características por ciento de cosecha a primera pizca, por ciento de pluma, altura de planta y finura de fibra, predominó la aptitud combinatoria general.

Los resultados identificaron al cultivar Stoneville-213 como el mejor combinador para rendimiento y a las líneas CAMD-EX-77-3840 y Arkugo-4 como combinadores superiores para precocidad. En lo referente a la aptitud combinatoria específica, la mayoría de las cruas en que participa la línea CAMD-EX-77-3840, presentaron altos efectos positivos, sucediendo lo opuesto al cruzarse con la línea CA-1814, que sobresale por sus efectos específicos para precocidad.

El híbrido EXA-4-6-78 X CAMD-EX-77-3840, fue el que superó en rendimiento al mejor progenitor con un valor de heterosis de 24.9 por ciento y las cruas CA-1814 X Stoneville-213, CA-1814 X Paymaster y CA-1814 X Arkugo-4 presentaron heterobeltiosis para precocidad.

Se detectaron que los efectos aditivos predominan en

por ciento de pluma y finura de la fibra y valores intermedios fueron para por ciento de cosecha a primera pizca, peso de capullo y altura de planta. Estas características presentaron altos e intermedios valores de heredabilidad en sentido estrecho, respectivamente.

La precocidad en el cultivo, se asoció negativamente con rendimiento, altura de planta e índice de producción.

ABSTRACT

DIALLEL ANALYSIS FOR AGRONOMIC TRAITS AND
FIBER QUALITY IN COTTON (Gossypium hirsutum L.)

BY

VICTOR MANUEL PARGA TORRES

MASTER'S DEGREE

PLANT BREEDING

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, JANUARY 1987.

DR. SATHYANARAYANAIAH KURUVADI - ADVISOR

Key words: Cotton, combining ability, agronomic, quality, heterosis, genetic parameters and correlations, Comarca Lagunera.

In the present research, 6 parental and their 15 direct hybrids, were evaluated with an object of studying combining ability, heterosis, genetic parameters and correlations in different agronomic characters and fiber quality.

The experiment was conducted at the Agricultural Experimental Station of the National Institute of Animal Agricultural and Forest Research, located in Matamoros, Coah.,

with a randomized block design, with 3 replications and the measurements were taken on 14 traits and analyzed through method 2 model II of Griffing (1956) diallel analysis series.

The analysis of variance indicated significant differences for most of the traits studied. In the diallel analysis, the general combining abilities predominated in the characters: percent of crop at first harvest, lint percent, plant height and micronaire trait.

The results identified that the cultivars Stoneville-213 was the best combiner for yield and CAMD-EX-77-3840 and Arkugo-4 lines as superior combiners for earliness. According to specific combining ability, most of the crosses where CAMD-EX-77-3840 line participated, showed high positive effects but contrary results occurred when crossed with CA-1814 line, which leads for its specific effects on earliness.

The hybrid EXA-4-6-78 X CAMD-EX-77-3840, excel in yield the best parental line with 24.9 percent in heterosis and crosses CA-1814 X Stoneville-213, CA-1814 X Paymaster and CA-1814 X Arkugo-4 manifested heterobeltiosis for earliness.

Additive effects were detected predominantly in lint

percent, micronaire and intermediate values were recorded on first crop harvest percent, boll weight and plant height. These traits presented high and intermediate values of narrow sense heritability, respectively.

Earliness was negatively associated to yield, plant height and yield index.

INDICE DE CONTENIDO

	PAGINA
INDICE DE CUADROS	vii
INTRODUCCION -----	1
REVISION DE LITERATURA -----	4
Clasificación taxonómica -----	4
Heterosis -----	7
Aptitud combinatoria -----	12
Correlaciones -----	21
Parámetros genéticos -----	26
MATERIALES Y METODOS -----	27
Material genético -----	27
Métodos -----	28
RESULTADOS -----	36
DISCUSION -----	70
CONCLUSIONES -----	85
RESUMEN -----	87
LITERATURA CITADA -----	89

INDICE DE CUADROS

CUADRO		PAG.
1	ANALISIS DE VARIANZA, APTITUD COMBINATORIA Y RELACION a_{cg}/a_{ce} PARA DIFERENTES CARACTERISTICAS AGRONOMICAS Y CALIDAD DE FIBRA EN ALGODON.	37
2	CONCENTRACION DE MEDIAS DE CARACTERISTICAS AGRONOMICAS Y DE CALIDAD DE FIBRA EN DE 6 PROGENITORES DE ALGODON.	42
3	PROMEDIO DE CARACTERISTICAS AGRONOMICAS Y DE CALIDAD DE FIBRA DE 15 CRUZAS EN ALGODON.	46
4	EFFECTOS DE LA APTITUD COMBINATORIA GENERAL DE PROGENITORES EN ALGODON PARA DIFERENTES CARACTERISTICAS AGRONOMICAS Y DE CALIDAD DE FIBRA."	51
5	EFFECTOS DE APTITUD COMBINATORIA ESPECIFICA DE 15 HIBRIDOS EN ALGODON PARA DIFERENTES CARACTERISTICAS AGRONOMICAS Y DE CALIDAD DE FIBRA.	55
6	HETEROSIS Y HETEROBELTIOSIS EN PORCIENTO PARA DIFERENTES CARACTERISTICAS AGRONOMICAS Y DE CALIDAD DE FIBRA EN ALGODON.	58
7	PARAMETROS GENETICOS PARA DIFERENTES CARACTERISTICAS AGRONOMICAS Y DE CALIDAD DE FIBRA EN ALGODON.	64
8	ESTIMACION DE HEREDABILIDAD EN SENTIDO AMPLIO (H^2) Y ESTRECHO (h^2) EN PORCIENTO PARA DIFERENTES CARACTERISTICAS AGRONOMICAS Y DE CALIDAD DE FIBRA EN ALGODON.	66
9	CORRELACIONES FENOTIPICAS ENTRE DIFERENTES CARACTERISTICAS AGRONOMICAS Y DE CALIDAD DE FIBRA EN ALGODON.	68

INTRODUCCION

La actividad agrícola en México ha sido base fundamental en su desarrollo y lo seguirá siendo si se implementan nuevas técnicas de producción y se intensifica el mejoramiento genético de plantas cultivadas básicas y aquellas de orden industrial, entre las cuales destaca el algodónero. Al respecto, el algodón se siembra anualmente en una superficie aproximada de 370,000 hectáreas, de las cuales el 85% se desarrolla bajo condiciones de riego y el 15% de temporal, destacando por su superficie y producción, la Comarca Lagunera, los Valles del Yaqui, Mexicali, del Fuerte, de Juárez, de Santo Domingo y del Mayo y la Costa de Hermosillo; dichas áreas, por sus condiciones de riego son las de mayor eficiencia en su producción por unidad de superficie, Prado (1983).

El cultivo de algodón ocupa el primer lugar en importancia económica y social en la Comarca Lagunera, ya que aporta el 57% del valor total de la producción regional, Anónimo (1984). De igual manera en la región de Delicias, Chihuahua, el algodónero ha tenido una gran importancia económica y social en su historia agrícola. Entre los problemas que afronta el algodónero en estas áreas, destacan la escasez de agua de riego, el ataque de insectos como el gusano rosado, gusano bellotero, el picudo, etc., que pueden redu-

cir la producción hasta en un 50% cuando no se les controla eficientemente. Así mismo, el control de plagas es una de las actividades más costosa, llegando a constituir el 25% de los costos de producción del cultivo.

Una manera de reducir costos y hacer eficientes los recursos, además de la generación de mejores prácticas agronómicas- lo es la formación de variedades con características tales que aminores el daño por condiciones adversas. En algodónero una pronta maduración ayuda a reducir el consumo de agua por la planta, un menor daño por plagas y enfermedades y maximiza la producción de capullos, obteniendo en las primeras dos pizcas casi la totalidad de la producción, fibra de mejor calidad y se reduce a la vez los gastos del cultivo.

Es importante considerar que en el mejoramiento genético se trabaja con caracteres tanto de herencia simple como compleja; debido a ésto, es de importancia utilizar la técnica de cruza dialélicas para determinar la acción génica involucrada en el control de las características de interés, así como sus correlaciones.

La investigación de estudios genéticos en algodón en el país es reciente, existiendo poca literatura sobre estudios realizados en el aspecto de aptitud combinatoria, hete-

rosis y tipo de acción génica para precocidad y otras características agronómicas y de calidad de fibra. El conocimiento de la aptitud combinatoria general y aptitud combinatoria específica en esta especie, es importante para identificar las mejores combinaciones de progenitores que producen heterosis en F_1 y recombinantes superiores de plantas individuales en F_2 para desarrollar un eficiente programa de mejoramiento genético de algodón.

En esta investigación se evaluaron seis progenitores y sus respectivos 15 híbridos resultantes de cruas dialélicas directas con los siguientes objetivos:

1. Identificar progenitores con altos valores de aptitud combinatoria general para características agronómicas y calidad de fibra.
2. Seleccionar las mejores combinaciones de las cruas con alto valor de aptitud combinatoria específica.
3. Determinar el grado de heterosis existente en diferentes características agronómicas y de calidad de fibra.
4. Estimar parámetros genéticos y heredabilidades para los caracteres agronómicos y de calidad de fibra.
5. Determinar el grado de asociación entre diferentes características agronómicas y su aplicación en el mejoramiento genético.

REVISION DE LITERATURA

Esta revisión discutirá las más relevantes investigaciones realizadas con relación a heterosis, aptitudcombinatoria, parámetros genéticos y heredabilidad para características agronómicas y de calidad de fibra en algodón (Gossypium hirsutum L.).

Anónimo (1978), refiere que el cultivo de algodnero y el aprovechamiento de su fibra data de tiempos remotos. Comprobándose la existencia de tallos y productos fabricados con algodón en algunas tumbas hindúes, que datan de 3000 años A.C. Analizados microscópicamente estos restos, pertenecen a Gossypium arboreum, existente aún en la India. Se ha demostrado experimentalmente que cruzando G. arboreum (asiático cultivado $2n=26$ grandes) y cuya fórmula genómica es DD por G. thurberi (americano silvestre $2n=26$ pequeños), siendo su fórmula genómica AA, resulta un híbrido estéril que al duplicar el número cromosómico, dá como resultado la fórmula genómica AADD, que es la del algodón cultivado G. hirsutum ($2n=52$), (26 pequeños y 26 grandes). Además describen al algodón como sigue:

- Reino: Vegetal
- División: Traqueófitas (plantas vasculares)
- Subdivisión: Pterópsidas
- Clase: Angiospermae

Subclase: Dicotiledóneas

Orden: Malvales

Familia: Malváceas

Subtribu: Mibisceae

Género: *Gossypium*

La investigación en algodón es dirigida al desarrollo de cultivares que maximicen la ganancia económica. Kuruva-di y Cortinas (1986) mencionan que el rendimiento es el producto de multiplicar los componentes del rendimiento y es un carácter muy complejo controlado por genes del núcleo y citoplasma con una cadena de eventos interrelacionados de diferentes funciones fisiológicas, bioquímico y su interacción con el medio ambiente. El rendimiento por sí mismo, no es el mejor criterio de selección por la causa de baja heredabilidad y su alta interacción con el medio ambiente; por lo tanto, el rendimiento hay que mejorarlo a través de sus componentes.

Niles (1984) reporta que el rendimiento en algodón está en función del número de capullos por unidad de área, semillas por capullo y fibra por semilla y su mejoramiento depende de alternativas favorables a uno o más de estos componentes. Además, algunos programas de mejoramiento tienen principal énfasis en características de calidad de fibra, resistencia a enfermedades e insectos, adaptación a

prácticas mecanizadas, siendo ésto en ciertas áreas objetivos de mayor importancia. Así mismo, Fryxell (1976) citado por Niles, indica que los genotipos de algodón incluyen 39 especies, siendo 33 diploides ($2n=26$) y 6 son tetraploides ($2n=4X=52$). Las especies cultivadas incluyen 2 especies del viejo mundo o especies asiáticas, *G. arboreum* L., y *G. herbaceum* L., y dos tetraploides del nuevo mundo o especies americanas, *G. hirsutum* L. y *G. barbadense* L. Ramey (1966) reporta que los mejores tipos de algodón para el altiplano a nivel mundial, son cuatro; el Coker, Stoneville y Delta-pine; cpm tipos con un ancestro común. La Bohemian, variedad que data desde antes de 1860. Los algodones Acala, con diferente ancestro, que llegan a Estados Unidos por introducciones directas de México.

Tharp (1965) indica que el algodón presenta un ejemplo notable de la adaptación de la planta mediante la reproducción y selección. Aunque ahora muy ampliamente cultivado bajo condiciones semiáridas y húmedas como una planta anual herbácea; en su estado silvestre es básicamente un arbusto leñoso que tiene un habitat semidesértico y crecimiento através de una estación calurosa muy larga.

Las técnicas de mejoramiento empleadas en algodón son la hibridación, algunas adaptaciones a los métodos de selección masal y pedigree, selección recurrente y retrocruzamien

tos interespecíficos.

Heterosis en Algodón

Al iniciar estudios para el entendimiento de como se heredan los caracteres, es importante realizar hibridaciones ya que procura la aparición de tipos nuevos dentro de una población, haciendo que se reproduzcan entre sí individuos con características diferentes, mediante el cruzamiento de progenitores pertenecientes a variedades, especies y aún géneros distintos. El objetivo primordial del cruzamiento es la producción de ejemplares que presentan nuevas combinaciones o agrupaciones de caracteres y generalmente mayor vigor. De acuerdo a esto, Comstock et al. (1949), Hallauer y Eberhart (1970) y Paterniani y Vencovsky (1978) indican que el conocimiento de la heterosis ha servido para diseñar sistemas de selección. Mencionando que los mejoradores que se inclinan por la teoría de la dominancia, han diseñado metodologías que enfatizan la acumulación de genes favorables en la selección recurrente intrapoblacional, mientras que los que creen que el tipo de acción génica de sobredominancia es importante en la manifestación de heterosis, han diseñado sistemas de selección recurrente que enfatizan este tipo de acción génica, como los sistemas de selección recurrente interpoblacional.

Palomo (1985) indica que cualquier desviación del híbrido del comportamiento medio de los progenitores es llamado heterosis y que ésta puede medirse dependiendo del punto de comparación; de acuerdo a esto, la heterosis puede medirse de tres diferentes maneras:

1a. El comportamiento del híbrido se compara con respecto al comportamiento medio de los progenitores.

2a. El comportamiento del híbrido con respecto al mejor progenitor.

3a. El comportamiento del híbrido con respecto al comportamiento de la mejor variedad comercial. A esta comparación también se le conoce como "heterosis útil". Además, menciona que las primeras evidencias sobre la existencia de vigor híbrido en algodónero, datan de principios de siglo, según consta en la circular #96 del USDA publicada en 1911, donde se establece que los híbridos interespecíficos producen una mejor calidad de fibra, son más vigorosos y productivos y mejor adaptados a condiciones desfavorables que las líneas puras.

A partir de estas evidencias, se generalizaron los estudios y reportes al respecto. Cook (1909) en cruzas interespecíficas involucrando algodón Egipcio de la especie *G. barbadense* y Kekchi de *G. hirsutum*, encontraron que la progenie F_1 presentaba mejor calidad de fibra, mayor desarrollo vegetativo, número de bellotas y lóculos por bellotas.

Kearney (1918) al cruzar las variedades Holdan y Pima, obtuvo progenie F_1 superior al mejor de los progenitores en longitud de entrenudos, tamaño de hoja, longitud de bráctea, longitud de corola y longitud de pistilo. Waldia y Tomer (1980) reportan heterosis positiva para altura de planta, bellotas por planta, peso de bellota y producción de semilla de algodón y fue de media a baja para semillas por lóculo, longitud y resistencia. Este estudio se realizó con cruzas inter varietales de variedades locales (*G. arboreum L.*), que se cultivan en más del 50% de la superficie algodonera en la India.

Miller y Lee (1964) reportan que los híbridos de cruzas superiores generalmente tienen mayor rendimiento que los padres. Jones y Londen (1951) reportan que la producción de semilla de algodón de nueve F_1 's superaron de un 17 a 47% a los mejores progenitores. Además, White y Richmond (1963) indican que cruzamientos entre algodones de diferente origen exhiben heterosis para producción de fibra sobre promedio de ambos progenitores, pero no producen híbridos que excedan al mejor progenitor. Así mismo, Hutchinson et al. (1935) reportan que el vigor híbrido en algodón encuentra su mayor expresividad en cruzas interespecíficas y está prácticamente ausente en cruzas intraespecíficas. Sin embargo, estudios recientes demuestran que sí existe heterosis en este tipo de cruzamientos. Otros investigadores como Kearney y Wells (1918) en cruzamientos entre variedades Pima y Gila de la especie

G. barbadense, no detectaron heterosis para peso de capullo, área foliar o longitud de fibra. Esto indica que la expresividad de la F_1 fue intermedia a la de los progenitores. Jenkins y Harrell (1941) al cruzar variedades contrastantes de G. hirsutum, encontraron nula presencia de vigor híbrido para longitud de fibra, porcentaje de pluma, peso de semilla y número de bellotas por planta. Thomson (1971) y Hawkins et al (1965) comentan que la heterosis para rendimiento podría ser mayor en áreas con bajos niveles de rendimiento en comparación con áreas de altos niveles. Esto implica que la magnitud de incremento en rendimiento puede ser más importante que el porcentaje de incremento.

Wells y Meredith (1986) reportan en un estudio donde utilizaron los cultivos Stoneville-825, Coker-3114, Delta-pine-90 y MD-82ne y sus 6 posibles combinaciones, encontraron que los híbridos superaron en un 14% a los progenitores, indicando que el rendimiento estuvo más relacionado al peso de capullo que número de capullos por planta. Además el porcentaje de algodón cosechado a primera pizca fue generalmente mayor a los híbridos.

Kime y Tilley (1947) en su revisión sobre heterosis, contribuyen al conocimiento científico al recurrir el comportamiento de las cruas intraespecíficas en los siguientes tres puntos:

a) En ciertas cruzas sí se presenta el vigor híbrido.

b) La buena aptitud combinatoria detectada en F_1 no se expresa en F_2 .

c) La mayor heterosis se puede detectar en progenitores que involucren progenitores divergentes.

Kerr (1966) reporta que el modelo más simple de rendimiento considera el número de bellotas por unidad de área, el peso de capullo y porcentaje de pluma. Así mismo, Davis (1974), Fryxel et al. (1958) y Kime y Tiller (1947) indican que la naturaleza de la heterosis en algodón ha sido parcialmente clasificada y al parecer, la manifestación del vigor híbrido en los componentes del rendimiento difiere con el tipo de cruce inter o intraespecífica.

Godoy (1984) realizó un estudio en el que utilizó 7 progenitores, detectando que la mayoría de los F_1 's tuvieron el mismo valor aproximado a la media de los padres para días a primer cuadro, días a primera flor y días a primer capullo. También menciona que para la fecha de maduración media, 22 de los 28 F_1 's tuvieron valores más bajos que la media de sus respectivos padres. Además, 11 de los F_1 's presentaron valores más bajos que el padre con el valor más bajo usado para formar el híbrido. Con respecto al rango índice de producción, detectó 21 F_1 's con valores significativamente mayores que la media de sus respectivos padres.

En lo que se refiere al porcentaje de semilla cosechada a la primera y segunda pizca, detectó 16 F_1 's con valores superiores a la media de sus respectivos padres. Sugiriendo estos resultados un posible mecanismo de dominancia hacia mayores valores para ambos estimadores. En relación al rendimiento de semilla y fibra, se detectó desviación de dominancia para ambos y la dirección fue consistentemente hacia altos rendimientos de fibra y semilla de algodón.

Aptitud combinatoria

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 un gran número de otras líneas para producir progenies híbridos de alta producción; otras sólo se combinan en forma satisfactoria con unas cuantas líneas o con ninguna. De acuerdo a esto, el mejorador logra eficiencia óptima de acuerdo a su programa, al cuantificar la capacidad de una línea para transmitir productividad conveniente a su progenie híbrida.

Sprangue y Tatum (1942) definen la aptitud combinatoria general (ACG) como el comportamiento promedio de un individuo en una serie de combinaciones híbridas y a la aptitud combinatoria específica (ACE) como las desviaciones de cier

tas cruzas con relación al comportamiento promedio de los progenitores. De acuerdo a ésto, para hacer un mejor uso de la aptitud combinatoria general y específica Comstock et al. (1949) 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 (1976) indican que en un programa de mejoramiento cuya finalidad sea la obtención de híbridos, la aptitud combinatoria específica será más importante, dado que se puede hacer mejor uso de los efectos no aditivos, como dominancia y epistasis, ya que la varianza para aptitud combinatoria general (ACG) explica la porción de la varianza genotípica que es debida a los efectos aditivos de los genes. Mientras que en la varianza para aptitud combinatoria específica (ACE) se encuentra la porción de la varianza genotípica que puede ser debida a desviaciones de dominancia. Jugenheimer (1976) menciona que la aptitud combinatoria general es el desempeño de una línea pura en algunas combinaciones híbridas y que proporcionan información sobre que las líneas puras deben producir los mejores híbridos cuando se cruzan con otras líneas. También define a la aptitud combinatoria específica como el comportamiento de combinaciones.

específicas de líneas en cruzas con relación al comportamiento promedio de todas las combinaciones.

En otros estudios, Hayman (1954) analizó la teoría y análisis de cruzas dialélicas y sugiere que el material con el cual se trabaje, deberá cumplir con los siguientes postulados:

- a) Que no existan efectos maternos
- b) Segregación diploide
- c) Ausencia de alelos múltiples
- d) Ausencia de epistasis y,
- e) Distribución de genes independientes entre los progenitores.

Además el mismo autor en (1958) hace una extensión al sistema dialélico que utilizó en 1954 para incluir familias F_2 en un estudio realizado en maíz y algodón, mencionando que la inclusión de las F_2 incrementa los componentes de varianza genética para su estimación. Hayman (1960) hace una observación a los conceptos de Griffing y señala que en presencia de aptitud combinatoria específica, la aptitud combinatoria general puede ser encubierta por dominancia o epistasis, o bien por ambos, pero con los efectos genéticos aditivos. Además Hayman (1960) y Jinks (1954) indican que sus objetivos básicos son los de hacer selección de progeni

tores y medias de los progenitores, así como la prueba de diferencias entre ellas. Indican a la vez que la variación entre las medias en términos de componentes de varianza son sólomente descriptivas de la población a la cual las líneas seleccionadas han sido obtenidas; sin embargo, estos componentes dan una descripción de la situación genética en un grupo dado de líneas.

Para la estimación de la aptitud combinatoria general y específica, Griffing (1956) define el concepto de 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_1 directas y recíprocas, es decir P^2 combinaciones.
2. Incluye padres y F_1 directas sin recíprocas, resultando así $1/2 P (P+1)$ combinaciones.
3. Incluye F_1 directas y F_1 recíprocas, es decir P (P-1) combinaciones y por último,
4. Incluye sólomente las F_1 directas, es decir $1/2 P(P-1)$ combinaciones.

Los métodos 3 y 4 son denominados "dialélicos modificados", ya que no incluyen a los progenitores; y los mé-

todos 1 y 3 que incluyen los tratamientos en ambos sentidos son usados para estimar efectos recíprocos con la finalidad de detectar efectos maternos.

Turner (1953) indica que para rendimiento, es más importante la aptitud combinatoria específica (ACE) que la aptitud combinatoria general (ACG). En otros estudios White y Kohel (1964) y Miller y Marani (1963), detectaron variación genética aditiva significativa para rendimiento de algodón pluma, porcentaje de pluma y precocidad. También mencionan los primeros investigadores que el rendimiento presentó dominancia parcial (0.91) positiva. Meredith et al. (1970) reportan la presencia de varianza no aditiva para rendimiento de pluma y peso de capullo y de varianza aditiva para componentes del rendimiento. Quisenberry (1975) encontró gran superioridad de la varianza genética y aditiva sobre la dominante para altura de planta, longitud de entrenudos del tallo principal, longitud de entrenudos de las ramas fructíferas y de número de nudos a primer rama fructífera. Encontrando además ausencia de asociación entre longitud de entrenudos del tallo y de los racimos fructíferos, lo que indica que estos caracteres puedan ser independientemente manipulados.

Verhalen, et al. (1971) reportaron que el rendimiento de algodón hueso, algodón pluma, porcentaje de pluma y pre-

cocidad, estaban esencialmente bajo el control de acción génica no aditiva, en el rango de dominancia y sobredominancia. White y Kohel (1964) indican que aún cuando la aditividad es importante, los efectos dominantes también afectan el rendimiento, peso de capullo, número de capullos por planta y altura de planta.

Lee et al. (1967) encontraron altos estimadores de varianza aditiva para por ciento de pluma, peso de capullo y calidad de fibra. El rendimiento estuvo bajo control de acción génica del tipo aditivo; sin embargo, ellos no pudieron definir las causas de la heterosis (dominancia, epistasis o ambas).

En lo que se refiere a calidad de fibra, Verhalen y Murray (1967) y (1969) encontraron que la acción génica dominante gobierna la finura de la fibra, las fibras más largas son parcialmente dominantes sobre las cortas, coincidiendo en este parámetro con Ware et al. (1943). Además indican los primeros investigadores que la acción génica aditiva condiciona la resistencia; en otros estudios Muller y Marani (1963) y Quisenberry (1975) reportan que en la longitud y resistencia, predominó la varianza genética aditiva. En lo que se refiere a finura, el segundo investigador detectó gran efecto ambiental en este parámetro a pesar de lo cual el componente genético no aditivo resultó estadísticamente

significativo.

Palomo y Prado (1975) en un estudio en donde utilizaron 6 progenitores y sus 15 cruzas directas, detectaron aptitud combinatoria general altamente significativa para rendimiento de algodón hueso, porcentaje de pluma, altura de planta, longitud y finura de fibra. En lo que se refiere a la aptitud combinatoria específica para estos mismos caracteres, únicamente el rendimiento de algodón no mostró significancia, lo que indica que la mayoría de los genes que controlan esta característica son del tipo aditivo. En otro estudio realizado por Barnes y Staten (1961) observaron para un gran número de caracteres cuantitativos de algodón que la mayoría de las propiedades de la fibra de los híbridos F_1 's excepto finura, presentan valores intermedios a los progenitores. En un análisis dialélico completo realizado por Wilson y Wilson (1975) en algodón, encontraron que la aptitud combinatoria general es significativa para longitud, resistencia, elongación y finura de la fibra y no significativo para peso de capullo, número de capullos, número de semillas por bellotas, índice de semilla y porcentaje de pluma.

Quisenberry (1977) realizó un análisis dialélico para observar la herencia de la altura en seis líneas semienanas de algodón con un genotipo de altura normal, encontrando que

la progenie fue generalmente más baja en los genotipos semi enanos en altura de planta, tallo principal y ramas fructíferas en un nudo más bajo del tallo principal y fueron más precoces en madurez que la línea de altura normal. Además el análisis dialélico indicó que la variación genética para los caracteres de altura de planta y madurez entre las líneas semienanas, fue principalmente aditivo, con una pequeña aunque significativa componente de dominancia, asociado con todos los caracteres excepto para número de nudos del tallo principal.

Al-Rawi y Kohel (1969) utilizaron el modelo dialélico propuesto por Hayman (1954, 1957, 1958 y 1960) para investigar la naturaleza de la acción e interacción de genes relacionados en la herencia de la producción, sus componentes y otras características agronómicas en algodón (Gossypium hirsutum L.), encontrando que para el peso de fibra por semilla y número de nudos, coincidieron con todas las suposiciones requeridas para el análisis dialélico. En general, se encontró epistasis en altura de planta, precocidad, tamaño de capullo y número de capullos por planta. Alelismo múltiple y posible correlación en la distribución de los genes aparece en días a primera flor, índice de semilla, porcentaje de fibra, número de semilla por bellotas y producción. Además el análisis dialélico reveló que todos los caracteres fueron poligénicamente relacionados exhibiendo dominancia

parcial.

White y Richmond (1963) en un estudio realizado en algodón, indican que la aptitud combinatoria general pretende ser más apropiada para los caracteres complejos del rendimiento y sus caracteres asociados. En lo que se refiere a la aptitud combinatoria específica, la producción es el único caracter para el cual se estimó una diferencia significativa. Para precocidad, se observó que todos los padres autofecundados presentaron mejor aptitud combinatoria específica que los padres cruzados con otros.

Omran, et al. (1951) en un estudio de cruzas interespecíficas de algodón entre G. hirsutum y G. barbadense en la aptitud combinatoria para producción de fibra y semilla, fueron consistentes y significativos los efectos de la aptitud combinatoria general, cuando se usaron las F_1 's de las cruzas interespecíficas. Así mismo, indican que los datos para producción de semilla de algodón resultaron en que la suma de los componentes de varianzas para efectos generales no fueron comparables a los efectos para específica, los cuales no fueron mayores que cero. Además, los efectos de la aptitud combinatoria general son más importantes para producción de semilla, en la cual las medias de los efectos aditivos de los genes son más importantes para este caracter.

Correlaciones Simples

Es de importancia el conocer grado y dirección de la asociación existente entre los diferentes pares de caracteres para clasificar características importante y no importante para el fitomejorador, en un programa de selección y así desarrollar un eficiente trabajo de mejoramiento genético de algodón.

Kuruvadi (1986) indica que los valores del coeficiente de correlación entre diferentes pares de características de la planta proporciona el grado de relación entre diferentes características agronómicas y de calidad y son muy útiles para determinar el criterio de selección en un programa de mejoramiento. Las asociaciones pueden clasificar caracteres importantes y no importantes en un programa de selección y tomar las decisiones apropiadas para lograr éxito en el mejoramiento de los cultivos. Menciona además que las principales causas de las correlaciones son los ligamientos y pleiotropismo en nivel cromosómico.

Palomo y Prado (1975) encontraron en un estudio de algodón que el porcentaje de fibra, caracter que generalmente está correlacionado con rendimiento, correlacionó en forma altamente negativa con índice de semilla ($r=0.71$), altura de planta ($r=0.70$) y longitud de fibra ($r=0.84$)

infiriéndose que los genes que controlan estos caracteres y porcentaje de pluma actúan en direcciones opuestas.

Al-Jibouri et al. (1958) reporta que existe una correlación positiva entre rendimiento y porcentaje de fibra y una correlación negativa entre estos dos caracteres con resistencia de fibra. Esto mismo fue encontrado por Miller et al. (1958) que además de encontrar correlación positiva alta entre rendimiento, porcentaje de fibra, la encontraron también para el número de bellotas por planta. Se detectaron correlaciones negativas entre el rendimiento, índice de semilla y peso de bellota.

Godoy (1973) reporta en un estudio en el que se evaluó el grado de correlación entre siete métodos para medir precocidad, que el número de días de la siembra a la apertura de la primera bellotas, correlacionó significativamente y en forma negativa con número de capullos a primera pizca, número de capullos a la primera y segunda pizca, peso de cosecha a primera pizca y peso de cosecha de primera y segunda pizca. Además detectó una correlación positiva y significativa entre número de capullos a primera pizca y peso de primera pizca y de cosecha a primera y segunda pizca. En otro estudio, realizado por Singh et al. (1978) en el que investigaron el grado de asociación del análisis de precocidad en algodón bajo condiciones temporaleras, encon

traron que el índice de precocidad tuvo asociaciones negativas con días de la siembra a primeras flores, días de la siembra a primeros capullos y primera rama fructífera. Además, indica que las características de días de la siembra a primeras flores y días de la siembra a primer capullo, observaron marcada influencia directa y sustancial efecto indirecto a través del nudo a primera rama fructífera y simpódico sobre precocidad, como fue detectado mediante coeficiente de sendero.

Godoy (1984) reporta que el rango índice de producción correlaciona positivamente con producción de semilla ($r=0.90$) y de fibra ($r=0.97$), indicando que el rango índice de producción es una medida de producción y no precocidad. La producción de semilla y fibra fue favorablemente correlacionado con finura, longitud y resistencia y no se detectó correlación significativa para uniformidad y elongación de la fibra.

Heredabilidad

Dudley y Moll (1969) 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 superiores para

crear una variedad superior. Ellos definen que la heredabilidad en sentido amplio es la relación de la varianza genética total y la varianza fenotípica, la heredabilidad en sentido estrecho, como la relación de la varianza aditiva y la varianza fenotípica. La varianza fenotípica es la varianza total entre fenotipos cuando crecen sobre el rango de ambientes de interés para el mejorador: La varianza genética total es la parte de la varianza fenotípica cuando puede ser atribuída a diferencias genotípicas entre los fenotipos: La varianza aditiva en una población, es la suma de varianzas genéticas aditivas contribuídas por loci individuales. La varianza aditiva para un locus simple, es determinada mediante la frecuencia génica y por el efecto promedio de sustituir un alelo por otro (efecto aditivo).

Manning (1956) estimó heredabilidad en sentido estrecho para rendimiento de fibra por planta, de 0.10 a 0.15, sobre el fundamento de los avances de la genética actual en seis generaciones de selección en BP52. Richmond y Ray (1966) para cuatro fechas de cosecha, estimó que la heredabilidad en sentido amplio en una planta base fue de cero para dos de las cruzas a solo una fecha y aún fueron bajas en aquellas instancias de 0.14 y 0.03; la heredabilidad

Murray y Verhalen (1969) reportan inconsistentes valores de heredabilidad en sentido amplio y estrecho en una planta base para producción de fibra y precocidad en materiales de generación temprana. Al-Rawi y Kohel (1969) estimaron heredabilidad en sentido estrecho de 0.41 para rendimiento y precocidad, basados en la media de una parcela. Verhalen et al. (1971) realizaron un análisis dialélico para producción de semilla y fibra de algodón por planta, porcentaje de fibra y precocidad, mencionando que la magnitud de sus heredabilidades estimadas indicaron que la selección masal en la media de una parcela base, cuando la parcela es pequeña, podría ser no muy efectiva en alterar cualquiera de estos caracteres. Pruebas de progenie, pedigrees, prueba de hermanos (varias combinaciones entre ellas) ciertamente requerirán mejorar producción de semilla, producción de fibra o precocidad en el material usado y puede mejorar necesariamente el porcentaje de fibra, reportando heredabilidades de 0.15, 0.26 y 0.34, dependiendo del año de prueba y generación evaluada.

Palomo et al. (1976) al evaluar 5 grupos de cultivares de algodón para estudiar la interacción genotipo ambiente, detectó heredabilidad para rendimiento de 0.00 a 0.74 y para precocidad de 0.54 a 0.81; para altura, peso de capullo, porcentaje de fibra y propiedades de la fibra se manifestó una elevada heredabilidad.

Verhalen y Murray (1967) estimaron valores de heredabilidad en sentido estrecho de 0.49, 0.40 y 0.67 para longitud, finura y resistencia, respectivamente. Palomo y Prado (1975) reportan estimas de heredabilidad en sentido estrecho para rendimiento de fibra de 0.40 y para porcentaje de fibra de 0.86, encontrando las más bajas heredabilidades para resistencia de fibra, 0.03 e índice de semilla 0.06.

Quisenberry (1977) encontró heredabilidades relativamente bajas para altura de planta y longitud de internudos del tallo principal, heredabilidad intermedia para número de nudos del tallo principal y nudos a la primer rama fructífera y fecha media de madurez en un estudio de heredabilidad de altura en algodón.

Godoy (1984) estimó heredabilidad relativamente grande para altura de planta (0.38), días a primer capullo (0.39), seguida de días a primeras flores (0.29) y de baja heredabilidad días a primer cuadro (0.09). Además reporta valores de heredabilidad de 0.31 para fecha media de madurez y 0.02 para índice de producción, 0.26 para algodón cosechado a segunda pizca, 0.13 para algodón cosechado a primera pizca. En lo que se refiere a propiedades de la fibra, se obtuvieron valores de 0.27, 0.22 y 0.17 para finura, resistencia y uniformidad, respectivamente. Para el rendimiento de fibra y semilla, los valores de heredabilidad estimados fueron de 0.06 y 0.04.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se inició en 1984 en el Campo Experimental la Laguna (CAELALA), con la obtención de todas las cruzas dialélicas directas posibles de cinco genotipos clasificados como precoces y un cultivar Stoneville-213, el que normalmente se utiliza como testigo en los programas de evaluación de genotipos de ciclo corto de la faja aldonera de los Estados Unidos. Este genotipo también ha mostrado buen comportamiento en la Comarca Lagunera.

A continuación se presentan algunas características de los genotipos (progenitores) incluidos en el estudio:

* (1) CA-1814, desarrollado en la Texas Agricultural Experiment Station en Lubbock, Texas, U.S.A. Es una línea compacta y de maduración precoz, liberada para explotarse en las planicies altas de Texas.

(2) EXA-4-6-78, línea precoz desarrollada por la Texas Agricultural Experiment Station de Texas, U.S.A.

(3) CAMD-EX-77-3840, genotipo desarrollado por la Texas Agricultural Experiment Station en College Station. Es muy precoz en madurez, moderadamente compacta y de alguna manera con diminuto hábito de crecimiento.

(4) Paymaster-792, es una variedad moderadamente precoz y de hábito de crecimiento intermedio, desarrollada por Paymaster Pedigreed Seed Company (U.S.A.).

(5) Arkugo-4, cultivar moderadamente compacto de pequeña conformación, con maduración de precoz a muy precoz, fue desarrollado en la Arkansas Agricultural Experiment Station, U.S.A.

(6) Stoneville-213, cultivar de estación completa (tardío), obtenido por Stoneville-Pedigreed Seed Company (U.S.A.). Esta variedad constituye el testigo parcial, es de crecimiento vegetativo, vigoroso y disperso.

En 1985 en terrenos del CAELALA, se establecieron para su evaluación los seis progenitores y sus quince cruzas, sembrando a tierra venida el 17 de abril, bajo un diseño de bloques al azar con tres repeticiones; la distancia entre surcos fue de 80 cm, la parcela total fue de un surco de 26 plantas espaciadas a 20 cm entre ellas y la parcela útil con 20 de dichas plantas, cuyo comportamiento promedio constituyeron la base para su estudio.

* El número designado para cada genotipo es el que se utilizará en las cruzas para los progenitores que se usen.

Para un manejo óptimo del cultivo, se le proporcionaron al lote experimental 120 kg/ha de nitrógeno y 30 kg/ha de fósforo; se aplicaron cuatro riegos de auxilio y las plagas problema (gusano rosado principalmente), se controlaron con seis aplicaciones de insecticida (Sevín 80, Gusatión, Paratión metílico y Azodrín).

Características evaluadas:

- Días a primeras flores (DPF).- Número de días de la siembra a la aparición de las primeras flores.
- Días a primeros capullos (DPC).- Días de la siembra a la aparición de los primeros capullos.
- Porcentaje de cosecha a primera pizca.- Cantidad de algodón hueso (fibra y semilla) cosechado en la primera pizca con respecto al total de la cosecha, expresado en por ciento.
- Porcentaje de cosecha a segunda pizca.- Cantidad de algodón hueso cosechado sumando la primera y segunda pizca, con respecto al total producido.
- Fecha de maduración media (FMM).- Se estimó mediante el procedimiento de Christidis y Harrison (1955):

$$FMM = \frac{(P.F_1)(N_1) + (P.F_2)(N_2) + (P.F_3)(N_3) + \dots + (P.F_n)(N_n)}{P.F_1 + P.F_2 + P.F_3 \dots \dots \dots P.F_n}$$

donde: P.F. = Peso de algodón hueso cosechado

N = Número días de siembra a cosecha

- Índice de producción (RIP).- El total de algodón dividido por la fecha de maduración media.

- Altura de planta.- Es la medida en centímetros del nivel del suelo al punto final de crecimiento del tallo principal.

- Rendimiento algodón hueso.- Producción en kilogramos por hectárea que incluye fibra y semilla.

Para la determinación de calidad de fibra, se colectaron 20 capullos por parcela. Los análisis de calidad se efectuaron en el laboratorio de fibras del Centro de Investigaciones Agrícolas del Norte, siendo ellos: Longitud expresada en mm, resistencia en miles de libras por pulgada cuadrada (lbs/pulg²) y finura en unidades micronaire. Además, dentro de características agronómicas se calculó el porcentaje de fibra, peso de capullo e índice de semilla.

Los promedios de parcela y genotipo de diferentes características agronómicas se utilizaron para el análisis de varianza y el cálculo de aptitud combinatoria general y específica,

heterosis, parámetros genéticos y correlaciones fenotípicas de las variables de estudio.

La estimación de heterosis (H) y heterobelitosis (H.B.) para las características en estudio, se realizó de la forma propuesta por Palomo (1985).

$$H = \frac{\bar{F}_1 - \bar{P}}{P} \times 100 \qquad H.B. = \frac{\bar{F}_1 - \overline{M.P.}}{\overline{M.P.}} \times 100$$

\bar{F}_1 = Media de una craza

\bar{P} = Media de progenitores de dicha craza

$\overline{M.P.}$ = Mejor progenitor

Análisis dialélico

En la estimación de la aptitud combinatoria y de la acción génica involucrada en el control de las características bajo estudio, se consideró el Método II y Modelo 2 de la serie de análisis dialélicos de Griffing (1956), mediante el cual considera los progenitores (P) y los $P(P-1)/2$ cruza posibles en un sentido.

Con distribución en bloques al azar, cada observación está representada por el siguiente modelo lineal:

$$Y_{ijk} = \mu + g_i + g_j + S_{ij} + B_k + e_{ijk}$$

$i, j = 1, \dots, P$ (Progenitores)

$k = 1, \dots, r$ (repeticiones)

Donde:

Y_{ijk} = Valor fenotípico observado (ijk -ésima observación)

μ = Media poblacional

$g_i(g_j)$ = Efecto de aptitud combinatoria general (ACG) del i, j -ésimo progenitor.

S_{ij} = Efecto de aptitud combinatoria específica (ACE) asociada al i -ésimo, j -ésimo cruzamiento; de tal forma que $S_{ij} = S_{ji}$.

B_k = Efecto de bloques (repeticiones)

e_{ijk} = Es el efecto del error correspondiente a la ijk -ésima observación.

En el Cuadro I se presenta el análisis de varianza de acuerdo al modelo descrito.

Los efectos relativos de la aptitud combinatoria general (\hat{g}_i) y aptitud combinatoria específica (\hat{S}_{ij}) se estimaron como sigue:

$$\hat{g}_i = \frac{1}{(P+2)} \left\{ (Y_{i.} + Y_{ii}) - \frac{2}{P} Y_{\dots} \right\}$$

$$\hat{S}_{ij} = Y_{ij} \left(\frac{1}{(P+2)} (Y_{i.} + Y_{ii} + Y_{.j} + Y_{jj}) + \frac{2}{(P+1)(P+2)} Y_{\dots} \right)$$

Y_{ij} = Media de i_{xjh} genotipo sobre k y l

Y_{i.} = Suma de medias del i-ésimo progenitor en la n-ésimos cruzamientos.

Y_{ii} = Media del i-ésimo progenitor

Y_{.j} = Sumas de medias del j-ésimo progenitor en la n-ésimo cruzamiento.

Y_{jj} = Media del j-ésimo progenitor

P = Número de progenitores

El cálculo del error estandar (S.E.) para cada una de las características en sus aptitudes combinatorias, se realizó de la siguiente manera:

$$\mu = \frac{2}{P(P+1)} \sigma^2 e'$$

$$\sigma^2_{S.E.(g_i)} = \frac{(P-1)}{P(P+2)} \sigma^2 e'$$

$$\sigma^2_{S.E.(S_{ij})} = \frac{(P^2+P+2)}{(P+1)(P+2)} \sigma^2 e'$$

donde $\sigma^2 e' = \frac{\sigma^2 e}{r}$

Estimación de la Acción Génica

Dado que el algodón es una especie que se reproduce por autofecundación a los genotipos progenitores se les asigna un coeficiente de endogamia igual a la unidad. Bajo estas condiciones la varianza de la

aptitud combinatoria general (σ^2_g) estima la mitad de la varianza genética aditiva (σ^2_A), y la varianza de la aptitud combinatoria específica (σ^2_S) estima la varianza genética no aditiva en su totalidad (σ^2_D). Por lo tanto, la varianza genética total (σ^2_G) es:

$$\sigma^2_G = 2\sigma^2_g + \sigma^2_S = \sigma^2_A + \sigma^2_D$$

La heredabilidad en sentido estrecho (h^2), se estima mediante la fórmula de $h^2 = \sigma^2_A / \sigma^2_F$ y en sentido amplio $H^2 = \sigma^2_G / \sigma^2_F$; donde $\sigma^2_F =$ Varianza fenotípica.

La estima del grado y dirección de dominancia (a) se realizó usando la ecuación: $a = \sqrt{\frac{2\sigma^2_A}{\sigma^2_D}}$

Se calcularon todas las correlaciones simples (r) posibles para conocer las asociaciones entre las características estudiadas y sus implicaciones en el mejoramiento genético del cultivo.

$$r = \sqrt{\frac{\sum(XY)^2}{\sum X^2 \sum Y^2}}$$

Cuadro I Análisis de varianza y esperanza de los cuadros medios utilizados para estimar los componentes de varianza según el método 2 Modelo II de Griffing (1956).

Fuente de variación	Grados Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	Componentes de varianza
Repeticiones	r-1	R			
ACG	P-1	G	MG	MG^1/MS^1	$\sigma_e^2 + r\sigma_s^2 + r(P+2)\sigma^2$
ACE	$P(P-1)/2$	S	MS	MS^1/ME^1	$\sigma_e^2 + r\sigma^2s$
Error	$(r-1)(n-1)$	E	ME		σ_e^2
Total	rn-1	To			

r = Número de repeticiones o bloques = 3

P = Número de progenitores = 6

n = Número de entradas (Progenitores y cruzas) = 21

RESULTADOS

El análisis de varianza para diferentes características agronómicas y calidad de fibra en algodón, reveló diferencias significativas entre tratamientos para porciento de cosecha a primera pizca, índice de semilla, porcentaje de pluma, altura, longitud y resistencia de fibra, indicando variabilidad entre los tratamientos para estas características (Cuadro 1). La subdivisión de la varianza de tratamientos en varianza, debida a progenitores y varianza debida a los híbridos, indicó que los progenitores diferían ampliamente en rendimiento de algodón hueso, porciento de cosecha a primera pizca, porciento de cosecha a segunda pizca, índice de producción, fecha de maduración media, porciento de pluma, días a primeros capullos, altura de planta y resistencia de fibra. En las cruas se observaron diferencias significativas para la mayoría de las características, excepto porciento de cosecha a la segunda pizca y fecha de maduración media. Para la comparación de progenitores VS cruas, se detectaron diferencias altamente significativas para todos los caracteres bajo estudio.

Las estimaciones de aptitud combinatoria general (acg) señalaron diferencias significativas en porciento de cosecha a la primera pizca, peso de capullo, índice de semilla, porciento de pluma, días a los primeros capullos, altura de

Cuadro 1 Análisis de varianza, aptitud combinatoria y relación acg/ace para diferentes características agronómicas y calidad de fibra en algodón.

Fuente de Variación	Grados Libertad	C u a d r a d o s M e d i o s				Índice Producción	Fecha Maduración Media
		Rendto. Algodón Hueso/ha	% Cosecha		Índice Producción		
			1a. Pizca	2a. Pizca			
Repeticiones	2	794708.50	1380.33**	60.76	31.46	16.70	
Tratamientos	20	2533216.80	325.33*	25.72	107.40	21.64	
Progenitores	5	3171752.60*	702.31*	47.92*	122.26*	28.19*	
Cruzas	14	2467944.90*	164.52*	26.33	230.44*	15.19	
Prog. VS Cruzas	1	8715238.70**	11606.37**	23421.47**	4377.78**	47536.94**	
acg	5	1531322.10	264.80**	15.58	58.77	8.97	
ace	15	615541.33*	55.99	6.02	28.14	6.30	
Error	40	312812.53	19.89	3.54	15.25	3.36	
σ^2_g		114472.60	26.10	1.19	3.83	0.29	
σ^2_s		302729.00	36.10	2.51	12.89	3.27	
acg/ace		2:1	5:1	2:1	2:1	1:1	
C.V.		16.72	14.79	3.60	17.24	3.14	

* Significativo al 5%

** Significativo al 1%

Fuente de Variación	Grados Libertad	Cuadros		Medios		Días a Primeras	
		Peso/Capullo	Índice Semilla	Porcentaje Pluma	Flores	Capullos	Capullos
Repeticiones	2	0.20	0.32	3.65	5.35	124.90**	
Tratamientos	20	0.76	1.82*	6.15*	6.12	33.90	
Progenitores	5	0.86	1.54	12.86**	14.06	56.62*	
Cruzas	14	0.77*	2.04**	4.19*	0.30**	20.18*	
Prog. VS Cruzas	1	96.97**	361.50**	12.86*	5883.85**	27579.81**	
acg	5	0.63**	1.18*	6.52**	3.28	24.17*	
ace	15	0.13	0.42**	0.56	1.63**	9.07**	
Error	40	0.08	0.11	0.43	0.53	2.73	
σ^2_g		0.06	0.09	0.74	0.21	1.89	
σ^2_s		0.05	0.31	0.12	1.07	6.33	
acg/ace		5:1	3:1	-11:1	2:1	3:1	
C.V.%		7.68	4.39	3.04	1.03	2.58	

* Significativo al 5%

** Significativo al 1%

... Continuación Cuadro 1

Fuente de Variación	Grados Libertad	Altura	Calidad de Fibra		
			Longitud	Finura	Resistencia
Repeticiones	2	544.40	4.77*	0.075	0.62
Tratamientos	20	539.26**	2.06*	0.120	32.55**
Progenitores	5	1487.25**	2.14	0.12	34.77*
Cruzas	14	174.93*	2.16	0.12*	37.66**
Prog. VS Cruzas	1	13385.60*	1889.70**	36.23**	14188.64**
acg	5	478.60**	1.20	0.48**	17.10
ace	15	80.75**	0.51**	0.02	8.77**
Error	40	27.38	0.16	0.02	1.83
V^2_g		49.73	0.09	0.06	1.04
V^2_s		53.37	0.35	0.01	6.94
acg/ace		6:1	2:1	19:1	2:1
C.V.%		10.26	1.98	6.63	3.33

* Significativo al 5%

** Significativo al 1%

planta y finura de la fibra. La aptitud combinatoria específica (ace) fue significativa para rendimiento, porcentaje de cosecha a primera pizca, índice de producción, fecha de maduración media, índice de semilla, días a las primeras flores, y primeros capullos, altura de planta, longitud y resistencia de fibra.

Los componentes de varianza para aptitud combinatoria general, fueron superiores a la varianza de aptitud combinatoria específica en porcentaje de pluma y finura de la fibra. En lo que respecta a rendimiento de algodón hueso, porcentaje de cosecha a primera pizca, porcentaje de cosecha a segunda pizca, índice de producción, fecha de maduración media, índice de semilla, días a las primeras flores, días a los primeros capullos, altura de planta, longitud y resistencia de la fibra, se detectaron valores altos para la varianza de aptitud combinatoria específica (r^2_s).

La relación acg/ace señaló una gran diferencia a favor de la acg para caracteres como porcentaje de cosecha a primera pizca, peso de capullo, porcentaje de pluma, altura de planta y finura de la fibra. En tanto que el rendimiento, porcentaje de cosecha a segunda pizca, índice de producción, fecha de maduración media, índice de semilla, días a las primeras flores, días a los primeros capullos, longitud y resistencia de la fibra, mostraron una relación acg/ace muy baja.

En las características estudiadas, el coeficiente de variación osciló de 1 a 17.2 por ciento, correspondiendo estos valores a días a las primeras flores e índice de producción, respectivamente.

Los valores promedios para las diferentes características agronómicas y calidad de fibra de los progenitores (Cuadro 2) señalaron como los genotipos de mayor rendimiento a las líneas Stoneville-213, CA-1814 y Paymaster-792 con 7296, 7103 y 6149 kilos de algodón hueso/ha. Superando el genotipo Stoneville-213 a las líneas CAMD-EX-77-3840 y EXA-4-6-78 con 67.8 y 66.4 por ciento respectivamente. Para el por ciento de algodón cosechado a primera pizca, sobresalieron las líneas CAMD-EX-77-3840 (68.7), Arkugo-4 (58.3) y EXA-4-6-78 (53.7), las cuales superan ampliamente al testigo Stoneville-213, que obtuvo 28.7 por ciento de algodón cosechado a primera pizca. En el por ciento de algodón cosechado a segunda pizca, las líneas sobresalientes a la primera pizca, también sobresalen a la segunda con valores de 98.7, 96.6 y 94.7 por ciento, respectivamente; observándose que ya no superan tan ampliamente a la línea Stoneville-213 (88.4%).

Los valores más altos para índice de producción se manifestaron en los genotipos Stoneville-213 y CA-1814 con 48.2 y 47.2 kg/ha/día, detectando a las líneas EXA-4-6-78 y CAMD-EX-77-3840 con los más bajos valores 32.6 y 34.4 kg/ha/día,

U.A.A.A.N.

90261

Cuadro 2. Concentración de medias de características agronómicas y de calidad de fibra de 6 progenitores de algodón.

PROGENITOR	RENDTO kg/algodón hueso /ha	PORCENTAJE 1a.PIZCA	COSECHA 2a.PIZCA	INDICE PRODUCCION	PESO/CAPULLO (g)	INDICEDE SEMILLA	FECHA DE MADURACION MEDIA
STONEVILLE-213	7296 a	28.67	d	48.19a	6.03	11.80	151. b
CA-1814	7103 a	32.99	cd	47.18a	5.77	12.27	150 b
PAYMASTER-792	6149 ab	45.67	bc	41.43ab	6.40	13.07	148 ab
ARKUGO-4	5895 ab	58.33ab		40.37ab	5.63	11.53	145 a
CAMD-EX-77-3840	4949 b	68.67a		34.44 b	6.87	13.17	144 a
EXA-4-6-78	4843 b	53.67 b		32.58 b	5.43	11.67	149 ab
\bar{x}	6039	48.00		40.70	6.02	12.25	148
DMS (5%)	1459	14.29		10.20		1.20	4.31

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

Progenitor	Porcentaje Pluma	Días a primeras Flores	Capullos	Altura (cm)	Calidad de Fibra		
					Longitud (mm)	Finura (Índice cronaire)	Resistencia (Miles de Lbs/ Pulg.2)
STONEVILLE-213	37.30 ab	58	121 b	125.67a	28.53	4.10	74.3 c
CA-1814	39.53 a	57	121 b	123.33a	28.83	3.80	79.7 b
PAYMASTER-792	34.90 b	54	118 ab	100.67 b	27.17	4.20	75.0 c
ARKUGO-4	33.90 b	53	111 a	98.00 b	26.93	4.20	76.7 bc
CAMD-EX-77-3840	37.77 ab	53	114 a	66.67 c	28.87	3.93	83.3 a
EXA-4-6-78	35.07 b	53	116 a	87.33 b	27.87	3.73	76.0
\bar{X}	36.31	55	117	100.28	28.03	3.99	77.5
D M S (5%)	2.40	--	5.01	14.31	-----	-----	3060

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

respectivamente. En la fecha de maduración media, las líneas Arkugo-4 y CAMD-EX-77-3840 fueron las más precoces con 145 y 144 días respectivamente, superando al cultivar Stoneville-213 con 6 y 7 días menos para alcanzar su maduración media. Para peso de capullo no se detectaron diferencias estadísticas entre genotipos progenitores; sin embargo, cabe señalar a las líneas CAMD-EX-77-3840 y Paymaster-792 que destacan por su alto peso que fueron de 6.9 y 6.4 gramos. Estas mismas líneas también sobresalieron por su índice de semilla con valores de 13.2 y 13.1 gramos, respectivamente. Los mayores porcentajes de pluma fueron para los progenitores CA-1814, CAMD-EX-77-3840 y Stoneville-213 con porcentajes de 39.5, 37.8 y 37.3 respectivamente. Identificando a la línea Arkugo-4 como la de más bajo valor (33.9%).

En días a la aparición de las primeras flores y días a los primeros capullos se detectaron ligeras diferencias entre los progenitores, sobresaliendo en su precocidad para ambos parámetros, las líneas Arkugo-4, CAMD-EX-77-3840 y EXA-4-6-78 que requieren 53 días de la siembra a la aparición de las primeras flores y 111, 114 y 116 a la aparición de los primeros capullos, respectivamente; iniciando la floración cinco días antes que el cultivar Stoneville-213 y la apertura de los capullos 10, siete y cinco días más precoces que este mismo cultivar que emplea 58 días para emitir primeras flores y 121 días después de la siembra para la aparición de los pri-

meros capullos. Para altura de planta se detectaron genotipos muy altos, sobresaliendo Stoneville-213 y CA-1814 con valores de 126 y 123 cm de altura, la línea CAMD-EX-77-3840 fue la de porte más bajo con altura de 67 cm.

En lo referente a calidad de fibra, se detectaron valores de longitud aceptable, destacando las líneas CAMD-EX-77-3840 y CA-1814 con 28.9 y 28.8 mm de largo. Para la finura de fibra, todos los progenitores mostraron buena finura, la cual se situó dentro de la calidad "Premium" que comprende valores de 3.5 y 4.9 en índice micronaire. En relación a la resistencia de fibra, las líneas Stoneville-213 y Paymaster-792 mostraron una resistencia tensil igual o menor a los 75 mil libras/pulg. cuadrada, lo cual las clasifica como débil, presentando el resto de los genotipos resistencia intermedia, destacando la línea CAMD-EX-77-3840 con 83 mil libras/pulg. cuadrada.

En el Cuadro 3 se presentan los valores promedios para diferentes características agronómicas y de calidad de fibra de los 15 híbridos. Para rendimiento, se observó una amplia variabilidad entre híbridos, fluctuando los valores para este carácter entre 4516 y 7353 kg de algodón hueso/ha, destacando los genotipos 3x6, 5x6, 2x6 y 1x6. que rindieron 7353, 7319, 69.84 y 6896 kg de algodón hueso/ha, respectivamente. Para porcentaje de algodón cosechado a primera pizca y porcentaje de algodón cosechado a segunda pizca, los híbridos sobresa-

Cuadro 3. Promedio de características agronómicas y de calidad de fibra de 15 cruzas en algodón.

Cruza	Rendto kg alg.hueso/ ha	Porcentaje Cosecha		Indice Produccion	Peso/ Capullo	Indice Semilla	Fecha Maduración Media
		1a. Pizca	2a. Pizca				
3x6	7353 a	52.00 b	93.56	49.97 a	6.90 a	13.33 a	147
5x6	7319 a	56.67 ab	94.38	50.09 a	6.63 b	11.07 c	146
2x6	6984 a	40.33 b	91.39	46.86 a	6.07 b	13.03 ab	149
1x6	6896 a	52.67 b	95.54	46.93 a	6.00 b	11.67 bc	147
4x6	6228 ab	44.33 b	92.87	42.12 ab	5.90 b	11.10 c	148
2x3	6183 ab	56.67 ab	95.95	42.33 ab	6.93 a	12.90 ab	146
3x5	6138 ab	66.33 a	98.52	42.45 ab	6.90 a	12.93 ab	144
4x5	6091 ab	55.67 ab	95.56	41.61 ab	6.03 b	12.50 b	146
1x2	5996 ab	56.33 ab	96.99	43.29 ab	5.80 b	11.93 bc	139
3x4	9965 ab	63.00 ab	97.60	41.15 ab	6.53 ab	12.43 b	145
2x5	5925 ab	49.67 b	91.34	40.12 ab	5.53 b	11.30 c	148
2x4	5916 ab	51.33 b	95.05	40.31 ab	6.73 ab	13.37 a	147
1x3	4621 b	61.00 ab	95.99	31.88 b	5.70 b	13.23 ab	145
1x5	4591 b	67.00 a	98.60	31.88 b	5.83 b	11.63 bc	144
1x4	4516 b	57.00 ab	96.38	30.91 b	5.73 b	11.87 bc	146
\bar{X}	6048	55.33	95.38	41.46	6.15	12.29	146
DMS(5%)	1459	14.29	-----	11.88	0.78	0.89	---

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

... Continuación Cuadro 3.

Cruzas	Porciento Pluma	Días a Primeras Flores	Capullos	Altura (cm)	Calidad de la Fibra		
					Longitud (mm)	Finura (Ind. Micronaire)	Resistencia (Miles lb/pulg ²)
3x6	36.77	53.00	117	95.00	28.70	4.13	83670ab
5x6	36.73	54.00	111	100.33	28.43	4.10	75330 cd
2x6	36.77	54.00	116	102.00	28.73	3.83	76000 bc
1x6	37.77	53.00	112	96.67	27.73	4.13	76330 bc
4x6	35.90	56.00	120	109.00	29.30	3.77	72330 c
2x3	37.53	53.00	112	87.67	28.47	3.70	78000 bc
3x5	34.93	53.00	114	86.33	28.70	3.93	77000 bc
4x5	35.00	54.00	116	90.00	28.43	4.07	77670 bc
1x2	37.00	54.00	113	88.33	27.43	3.60	80000 b
3x4	36.43	53.00	115	88.33	29.73	3.83	84330a
2x5	34.87	53.00	113	90.67	27.23	3.93	74670 c
2x4	35.37	53.00	113	88.00	28.53	4.03	77000 bc
1x3	38.83	53.00	111	77.33	27.37	4.00	80330ab
1x5	35.57	53.00	112	89.67	26.60	4.03	75000 c
1x4	35.23	53.00	113	89.33	26.77	4.40	74330 c
\bar{X}	36.31	53.00	114	91.91	28.10	3.97	77467
D.M.S. (5%)	1.85	-----	4.91	14.31	0.93	0.34	4313

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

lentes en ambos parámetros fueron 1x5 y 3x5, detectando variación para el primer carácter entre 40.3 y 67.0 por ciento y para la segunda pizca osciló el por ciento de 91.3 a 98.6. En cuanto a índice de producción, los valores obtenidos por los híbridos varió de 30.9 a 50.1 kg/ha/día, sobresaliendo las cruzas 5x6, 3x6, 2x6 y 1x6 que obtuvieron valores de 50, 50, 46.9 y 46.9 kg/ha/día, respectivamente. La fecha de maduración media señaló poca variación entre las cruzas, destacando por su precocidad el híbrido 1x2 que promedió 139 días, por otra parte, los híbridos 2x6, 4x6, 2x5 y 2x4 fueron los más tardíos para alcanzar su maduración media, Cuadro 3.

El peso de capullo presentó valores significativos con una variación de 5.5 a 6.9 g, observándose que las cruzas 2x3, 3x5 y 3x6 presentaron los capullos más pesados, siendo los híbridos 2x5 y 5x6 los de capullos más ligeros con valores de 5.5 y 5.6 g respectivamente. En lo referente al índice de semilla, las cruzas con mayor valor fueron 3x6, 2x4 y 1x3 con valores de 13.3, 13.4 y 13.2 g respectivamente. El índice más bajo fue para los híbridos 5x6 y 2x5 con 11.1 y 11.3 respectivamente. Para el por ciento de pluma sobresalieron con los valores más altos los genotipos 1x3, 1x2, 2x3 y 1x6 variando el por ciento de pluma de 34.9 a 38.8 con un promedio general de los híbridos de 36.3 por ciento. La aparición de primeras flores no detectó diferencias significativas, requiriendo de 53 a 56 días después de la siembra para iniciar su floración. Para el inicio de los primeros capullos, la va-

riación fue de 111 a 120 días después de la siembra, sobresaliendo por su precocidad a la apertura del capullo los híbridos 5x6, 1x3, 1x6, 2x3 y 1x5 con 111 días los primeros 2 genotipos y 112 los últimos 3. En altura de planta, las cruzas 4x6, 2x6, 5x6, 3x6 y 1x6 fueron los híbridos con plantas más altas, la altura de los híbridos osciló de 77.3 a 109 cm con una media de 91.9 cm.

En características de calidad de fibra, los valores para longitud fluctuaron de 26.6 a 29.7 mm, la fibra más corta la presentaron los híbridos 1x4 y 1x5 y las más largas, las cruzas 4x6 y 3x4; la media fue de 28.1 mm. En finura de fibra, todas las cruzas presentaron valores considerados dentro de la clasificación "Premium", siendo ésta la más aceptable por la industria textil. La resistencia observada en los híbridos, hace clasificarlos en dos clases: Aquellos de resistencia débil con valores inferiores a los 75 mil libras/pulg. cuadradas (5x6, 4x6, 2x5, 1x5 y 1x4) y los de resistencia intermedia que son los que presentaron valores superiores a los 76 mil libras/pulg. cuadrada (3x6, 2x6, 1x6, 2x3, 3x5, 4x5, 1x2, 3x4, 2x4 y 1x3).

En la comparación de la media general para progenitores y medias de cruzas, se detectaron ligeras tendencias de incremento en valores de la media de cruzas para las características de rendimiento de algodón hueso, porciento de cosecha a primera pizca, porciento de cosecha a segunda pizca,

índice de producción, peso de capullo, índice de semilla y longitud de fibra. En características de fecha de maduración media, días a primeras flores, días a primeros capullos y altura de planta, se observaron valores ligeramente inferiores para la media de las cruas.

Con respecto a la de los progenitores, en porciento de pluma y características de calidad no se detectaron diferencias.

Aptitud Combinatoria

Los efectos de aptitud combinatoria general (acg) para las características en estudio, se muestran en el Cuadro 4 . En rendimiento de algodón hueso, la mayor acg la presenta el cultivar Stoneville-213 con 882.0 y las de menor acg fueron las líneas CAMD-EX-77-3840 y EXA-4-6-78 con efectos negativos de -269.9 y -204.0 respectivamente. Para el porciento de algodón cosechado a primera pizca y porciento de algodón cosechado a segunda pizca, los genotipos CAMD-EX-77-3840 y Arkugo-4 presentaron valores de acg significativos y positivos. Su- cediendo lo opuesto para el cultivar stoneville-213 que pre- sentó valores significativos pero negativos para estos pará- metros.

En índice de producción y fecha de maduración media,

Cuadro 4. Efectos de la aptitud combinatoria general de progenitores en algodón para diferentes características agronómicas y calidad de fibra.

Progenitor	Rendto. alg.hueso	Porciento de cosecha 1a. pizca	2a. Pizca	I.P.	Peso/ Capullo	Indice Semilla	F. M. M.
CA-1814	-186.484	-1.433	0.037	-1.181	-0.273	-0.133	-0.364
EXA-4-6-78	-203.986	-1.222	0.110	-1.329	-0.106	-0.008	0.158
CAMD-EX-77-3840	-269.862	8.112	2.005	-1.503	0.489	0.654	-1.235
PAYMASTER-792	-162.944	-1.550	-0.360	-1.218	0.118	0.184	0.462
ARKUGO-4	- 58.696	4.611	0.512	-0.226	-0.199	-0.429	-0.891
STONEVILLE-213	881.972	-8.513	-2.305	5.457	0.028	-0.267	1.868
Se (gi)	32595.666	2.072	0.365	1.589	0.008	0.011	0.350
Se (gi-gj)	78203.133	4.972	0.876	3.812	0.019	0.027	0.840

Continuación Cuadro 4

Progenitor	Porcentaje pluma	Días a primeras flores	capullos	Altura	Longitud	Finura	Resist.
CA-1814	1.160	0.445	-0.222	3.375	-0.378	-0.007	0.375
EXA-4-6-78	-0.316	-0.555	-0.930	-3.625	-0.057	-0.157	-0.683
CAMD-EX-77-3840	0.581	-0.598	-1.431	-11.500	0.439	-0.044	3.458
PAYMASTER-792	-0.807	0.070	1.194	0.750	-0.010	0.085	-0.833
ARKUGO-4	-1.161	-0.389	-1.514	-0.875	-0.415	0.081	-1.167
STONEVILLE-213	0.544	1.028	2.903	11.875	0.422	0.044	-1.291
Se (gi)	0.045	0.055	0.285	2.853	0.016	0.002	0.190
Se (gi-gj)	0.108	0.133	0.684	6.844	0.039	0.004	0.457

los valores más altos y positivos para acg fueron obtenidos por la línea Stoneville-213 y los más altos pero negativos por el genotipo CAMD-EX-3840. Para peso de capullo, los mejores materiales con efectos positivos fueron Stoneville-213, Paymaster-792 y CAMD-EX-77-3840. En índice de semilla los progenitores con efectos significativos y positivos fueron CAMD-EX-77-3840 y Paymaster-692, observando que los genotipos Arkugo-4 y Stoneville-213 presentan efectos altos pero negativos en su acg. En porcentaje de pluma las líneas CA-1814, CAMD-EX-77-3840 y Stoneville-213 mostraron efectos positivos de ace y el resto de genotipos presentan valores de acg significativos negativamente. Para los días a primeraflor y primer capullo, las líneas que sobresalen por su significativo valor negativo son EXA-4-6-78, CAMD-EX-77-3840 y Arkugo-4, presentando Stoneville-213 para ambas características valores positivos, altos y significativos.

En altura de planta se detectan dos grupos de líneas en el primero, de efectos negativos sobresalen las líneas EXA-4-6-78 y CAMD-EX-77-3840 con valores de -3.62 y -11.50 y el segundo grupo conformado por las líneas Stoneville-213 y CA-1814, con efectos significativamente positivos de 11.87 y 3.37 respectivamente. En calidad de fibra los progenitores que presentan efectos significativos y positivos para longitud son el CAMD-EX-77-3840 y Stoneville-213. En finura, la

Paymaster-792, Arkugo-4 y Stoneville-213 y en lo que se refiere a resistencia, las líneas sobresalientes son CA-1814 y CAMD-EX-77-3840.

De los efectos de aptitud combinatoria específica (ace) presentados en el Cuadro 5, es posible seleccionar aquellas mejores en cada una de las diferentes características agronómicas y de calidad de fibra; al respecto con efectos altos y positivos para rendimiento destacan las cruzas 2x3, 5x6, 3x4, 3x5 y 3x6, detectándose también 4 cruzas con valores altos y negativos en sus efectos (1x3, 1x4, 1x5 y 4x6). En las características de por ciento de cosecha a primera pizca y por ciento de cosecha a segunda pizca, sobresalen por su efecto positivo los híbridos 1x2, 1x3, 1x5, 1x6 y 5x6. Para el índice de producción, las cruzas que presentan valores negativos en sus efectos son 1x3, 1x4, 1x5 y 4x6. Las cruzas complementarias tienen valores positivos, sobresaliendo las cruzas 1x2, 2x3, 3x6 y 5x6. En la fecha media de madurez, la cruz 1x2 tiene el valor negativo más alto.

Los efectos específicos en peso de capullo son mayores y positivos en los híbridos 2x4, 3x5 y 2x3 con valores de 0.608, 0.496 y 0.437 respectivamente. En el índice de semilla, la cruz 2x6 sobresale por su alto valor positivo seguida por el híbrido 3x6. Para por ciento de pluma, valores de ace altos y positivos fueron obtenidos por las cruzas 1x3,

Cuadro 5. Efectos de aptitud combinatoria específica de 15 híbridos en algodón para diferentes características agronómicas y de calidad de fibra.

Cruzas	Rendto. Alg. Hueso	Porcentaje de cosecha 1a. Pizca	2a. Pizca	Rango Ind. Peso/ Produccion Capullo	Indice Semilla	Fecha de Maduración Media
1x2	340.963	5.921	2.119	4.559	- 0.202	- 7.315
1x3	-967.876	1.257	- 0.775	-6.679	0.436	0.463
1x4	-1180.124	6.920	1.979	-7.935	- 0.459	0.828
1x5	-1209.372	10.750	3.327	-7.952	- 0.081	- 1.138
1x6	154.960	9.552	3.084	1.416	- 0.209	- 1.123
2x3	611.956	-3.284	-0.888	3.923	- 0.022	0.599
2x4	237.379	1.040	0.577	1.614	0.445	- 0.033
2x5	135.790	-6.783	-4.005	0.428	- 0.539	2.153
2x6	261.122	-2.999	-1.138	1.494	1.032	0.754
3x4	352.254	3.379	1.232	2.633	- 0.681	- 0.903
3x5	421.665	0.543	1.279	2.939	0.432	0.092
3x6	695.667	-0.663	-0.863	4.771	0.669	- 0.035
4x5	267.748	-4.119	-0.015	1.802	0.470	0.122
4x6	-535.918	1.334	0.812	-3.362	- 1.093	- 0.087
5x6	450.501	7.508	1.449	3.619	- 0.513	- 1.206
Se(sij)	245776.80	15.626	2.755	11.981	0.060	2.641
Se(sij-sik)	547421.93	34.804	6.135	26.685	0.189	5.882
Se(SIJ-SiI)	469218.80	29.832	5.259	22.873	0.162	5.042

... Continuación Cuadro 5

Cruzas	Porcentaje Pluma	Días a Flores	Días a Primeras Capullos	Altura	Calidad de		Fibra	Resistencia
					Longitud	Finura		
1x2	-0.157	-0.053	- 1.196	-6.036	-0.216	-0.210	2.732	2.732
1x3	0.779	-0.672	- 2.030	-9.161	-0.778	0.077	-0.976	-0.976
1x4	-1.432	-1.340	- 3.321	-9.411	-0.929	0.348	-2.685	-2.685
1x5	-0.745	-0.881	- 1.280	-6.786	-0.691	-0.015	-1.690	-1.690
1x6	-0.250	-2.298	- 5.696	-12.536	-0.395	0.122	-0.226	-0.226
2x3	0.955	0.319	- 0.655	8.839	0.066	0.073	-2.352	-2.352
2x4	0.177	-0.348	- 2.280	- 3.411	0.516	0.131	0.939	0.939
2x5	-0.069	0.111	- 0.095	1.214	-0.379	0.035	-1.065	-1.065
2x6	0.225	-0.637	- 0.988	- 0.536	0.283	-0.028	0.398	0.398
3x4	0.346	0.035	- 1.220	4.464	0.620	-0.182	4.231	4.231
3x5	-0.780	0.161	- 1.404	4.089	0.592	-0.078	-2.773	-2.773
3x6	-0.671	-1.255	- 0.512	0.339	-0.246	0.159	4.024	4.024
4x5	2.422	0.161	1.304	- 4.161	0.775	-0.073	2.185	2.185
4x6	-0.150	0.744	1.220	2.089	0.804	-0.336	-3.019	-3.019
5x6	1.037	0.672	3.928	- 5.286	0.342	0.001	0.310	0.310
Se(sij)	0.339	0.419	2.149	21.510	0.123	0.013	1.436	1.436
Se(sij-Sik)	0.756	0.933	4.783	47.910	0.275	0.030	3.199	3.199
Se(sij-Ske)	0.694	0.799	4.102	41.065	0.235	0.025	2.742	2.742

2x3, 4x5 y 5x6, observándose que el híbrido 1x4 presenta el valor más alto negativamente en su efecto. En la aparición de la primera flor y primer capullo, sobresalen para ambas características las cruzas 1x4 y 1x6 con valores negativos en sus efectos; además, para la primer característica las cruzas 1x3, 1x5, 2x6 y 3x6 y en la aparición del primer capullo la craza 2x4 que presentó efectos negativos y significativos. En lo que respecta a la altura de planta, las cruzas se sitúan en dos grupos, en el primero están aquellas con efectos negativos dentro del que sobresalen los híbridos 1x6, 1x3 y 1x4; en el segundo están las cruzas cuyos efectos son positivos y en el que la craza 2x3 presenta el valor más alto.

Para propiedades de la fibra, las cruzas que presentan valores positivos altos son para longitud los híbridos 2x4, 2x6, 3x4, 3x5, 4x5, 4x6 y 5x6. En finura las cruzas 1x3, 1x4, 1x6, 2x3, 2x4, 2x5 y 3x6 y para resistencia las cruzas 1x2, 3x4, 3x6 y 4x5, Cuadro 5.

Heterosis

En el Cuadro 6 se presentan los valores de heterosis y heterobeltiosis para diferentes características agronómicas y de calidad de fibra evaluada. En rendimiento de algodón hueso/ha, los valores de heterosis fluctúan de -31.8 a 23.6 por ciento, sobresaliendo por su heterosis positiva las cruzas

Cuadro 6. Heterosis y heterobeltilosis en porcentaje para diferentes características agronómicas y de calidad de fibra en algodón.

Cruzas	Rendto. alg. hueso		Cosecha				Indice Producción		Fecha Maduración	
	H	Hb	H	1a. Pizca Hb	2a. Pizca H	Hb	H	Hb	H	Hb
1x2	0.40	-15.59	30.00	4.96	3.99	0.39	8.57	-8.23	-7.15	-6.58
1x3	-23.30	-34.94	20.00	-11.17	1.75	2.78	-21.88	-32.42	-1.29	1.00
1x4	-31.80	-36.42	44.92	24.81	6.21	5.09	-30.25	-34.48	-2.33	-2.65
1x5	-29.40	-35.37	46.74	14.86	6.79	4.08	-27.16	-34.41	-2.40	-1.42
1x6	-4.20	-5.49	70.84	59.65	7.13	6.24	-1.56	-2.60	-2.75	-2.50
2x3	26.30	24.9	7.36	-17.47	-1.77	-2.82	26.33	22.91	-0.22	1.46
2x4	7.60	-3.79	3.34	-4.36	0.95	3.64	8.21	-2.70	-1.00	-0.97
2x5	10.40	0.50	11.30	-14.85	-4.53	-3.58	10.00	-0.63	-0.79	1.90
2x6	15.10	-4.27	-2.04	-24.85	-1.23	6.24	13.83	-2.82	-0.55	0.35
3x4	7.50	-2.99	10.20	-8.26	-2.49	-1.15	8.49	-0.66	-0.96	0.62
3x5	13.20	4.10	4.46	-3.41	1.85	-0.22	13.49	5.16	0.10	0.37
3x6	1.20	-0.93	6.84	-24.27	0.03	-5.24	20.94	3.70	-0.41	2.20
4x5	-7.30	-14.63	0.00	-10.85	1.76	3.43	1.74	0.44	-0.29	1.00
4x6	11.00	0.31	19.26	-24.00	3.10	1.26	-6.00	-12.59	-1.36	-0.38
5x6	20.10	0.78	30.28	-2.84	3.05	-0.37	13.13	3.95	-1.23	1.10

Cruzas	Peso Capullos		Indice Semilla		Porciento Pluma		Días a Primeras Flores		Capullos	
	H	Hb	H	Hb	H	Hb	H	Hb	H	Hb
1x2	3.60	0.60	-0.30	-2.72	-0.80	-6.41	-2.70	1.26	-4.90	-2.60
1x3	-9.80	-16.99	4.10	0.50	1.30	-1.77	-4.20	-0.62	-5.10	-1.80
1x4	-5.80	-10.42	-6.30	-9.18	-5.30	-40.88	-5.10	-2.45	-6.00	-4.80
1x5	2.30	1.10	-2.20	-5.17	-3.10	-10.03	-4.50	-1.24	-3.40	1.20
1x6	1.70	0.55	-3.00	-4.89	-1.70	-4.47	-8.10	-7.60	-7.70	-7.70
2x3	12.70	0.96	3.90	-2.03	3.90	0.98	-0.30	0.00	-2.20	-1.18
2x4	13.80	-4.94	8.10	2.29	1.10	0.90	-1.20	0.00	-3.40	-2.30
2x5	0.00	-1.77	-2.60	-3.14	1.10	-0.57	-0.60	0.00	-0.40	1.81
2x6	5.80	0.56	11.10	10.44	1.60	1.43	-3.30	1.26	-2.10	0.29
3x4	-1.50	-4.86	-5.20	-5.57	1.10	-1.97	-0.60	0.00	-0.10	2.35
3x5	10.40	0.47	4.70	-1.78	-1.70	-6.01	-0.90	-0.60	-1.20	-2.35
3x6	7.00	0.48	6.80	1.26	-1.30	-1.43	-4.80	-0.60	-0.30	3.24
4x5	0.30	5.73	0.50	-4.34	1.70	0.29	-0.60	0.00	1.30	4.82
4x6	-5.10	-7.81	-10.70	-15.05	-0.60	3.75	-0.90	2.45	0.40	1.69
5x6	-3.40	-6.63	-5.10	-6.21	-3.20	-1.52	-3.90	0.00	-3.70	8.70

... Continuación Cuadro 6

Cruzas	Calidad de Fibra											
	Altura		Longitud		Finura		Resistencia		H		Hb	
	H	Hb	H	Hb	H	Hb	H	Hb	H	Hb	H	Hb
1x2	-16.2	-28.45	- 3.2	- 4.85	-4.4	-5.26	2.8	0.40				
1x3	-18.9	-37.39	- 5.1	- 5.20	3.5	1.70	-1.4	-3.6				
1x4	-20.5	-27.64	- 4.4	- 7.16	10.0	4.76	-3.9	-6.7				
1x5	-18.6	-26.83	- 4.6	- 7.74	0.80	-3.98	-4.1	-5.86				
1x6	-22.10	-23.01	- 3.3	- 3.81	4.6	0.80	-0.9	-4.18				
2x3	14.30	- 1.15	0.4	- 1.38	-3.5	-5.92	-2.10	-6.40				
2x4	- 6.40	-12.87	3.70	- 2.40	1.7	-3.98	2.0	1.31				
2x5	- 1.6	- 7.14	- 0.60	- 2.27	-0.90	-6.36	-2.2	-2.60				
2x6	- 4.2	-19.05	- 1.9	- 0.70	-2.10	6.51	-1.1	0				
3x4	4.8	-12.87	4.0	0.9	-5.7	-8.74	6.5	1.2				
3x5	4.2	-12.24	2.9	- 0.58	-3.3	-6.36	-3.8	-7.60				
3x6	- 1.6	-24.60	0	- 0.58	2.9	0.80	6.10	0.40				
4x5	- 9.5	-10.89	5.10	4.70	-3.2	-3.17	2.40	1.30				
4x6	- 4.0	-13.49	5.20	2.70	-9.20	-10.31	-3.10	-3.56				
5x6	-10.7	-20.63	2.50	- 0.35	-1.20	0	-0.20	-1.74				

2x3, 5x6 y 2x6. En lo que se refiere a heterobeltiosis, se detectaron valores negativos en su generalidad a excepción de las cruzas 2x3, 2x5, 3x5, 4x6 y 5x6. Para el porcentaje de algodón cosechado a primera pizca, se obtuvieron valores positivos, sobresaliendo los híbridos 1x6, 1x5, 1x4 y 1x2 que también superaron al mejor progenitor. Las cruzas con promedios inferiores al mejor progenitor fueron 4x6, 3x6 y 2x6 que obtuvieron aproximadamente 24 por ciento menos a la media del mejor progenitor. En el porcentaje de algodón cosechado a segunda pizca se observaron ligeras variaciones en heterosis y heterobeltiosis detectándose a los híbridos 1x6, 2x6 y 1x4 con valores superiores al mejor progenitor.

Para el índice de producción, la variación de heterosis y heterobeltiosis fue significativa, siendo la primera de -30.2 a 26.3 por ciento y para la segunda de -34.5 a 22.9 por ciento. Al respecto, los híbridos 2x6, 3x5 y 3x6 superaron al mejor padre con valores de 22.9, 6.2 y 3.7 por ciento, respectivamente. En la fecha de maduración media, las cruzas 1x2, 1x4 y 1x6 sobresalieron en su heterosis y heterobeltiosis. La variación de los valores fue mínima tanto en la comparación con la media de progenitores como con respecto al mejor progenitor. El peso de capullo manifestó valores de heterosis de -9.2 a 13.8 por ciento, sobresaliendo por superar al mejor progenitor el híbrido 4x5 con 5.7 por ciento; las cruzas 1x3 y 1x4 mostraron heterobeltiosis negativas y significativas. Para el

índice de semilla, la heterosis positiva fue para las cruzas 1x3, 2x3, 2x4, 2x6, 3x5 y 3x6, sobresaliendo por superar ligeramente al mejor padre solo los híbridos 2x4, 3x6 y 1x3. La fluctuación de heterosis en el parámetro de porciento de pluma fue mínima en un rango de -5.3 a 3.9 porciento, correspondiendo estos valores a los híbridos 1x4 y 2x3 respectivamente. La heterobeltiosis positiva la obtuvieron las cruzas 4x6, 4x5, 2x6, 2x4 y 2x3 con valores ligeramente significativos.

En la característica de días a primera flor, la heterosis varió de -0.6 a -8.10 porciento, correspondientes a las cruzas 2x3 y 1x6, respectivamente; sobresaliendo por su heterobeltiosis la 1x6 con -7.60 y las que tiendan a superar ligeramente al mejor progenitor son los híbridos 1x2, 2x6 y 4x6. Para la aparición de los o primeros capullos sobresalieron para heterosis los híbridos 1x6, 1x4, 1x3 y 1x2 y por su heterobeltiosis la 1x6 y 1x4 con valores de -7.7 y -4.80 porciento, respectivamente. En altura de planta se detectó variación de heterosis desde -22.10 a 4.8 porciento, correspondiendo estos valores a las cruzas 1x6 y 3x4, respectivamente. La heterobeltiosis no presentó valores positivos, siendo los más bajos los híbridos 1x3, 1x2, 1x4, 1x5, 1x6 y 3x6. Para las propiedades de la fibra se detectaron ligeras variaciones en los valores de heterosis y heterobeltiosis, sobresaliendo por superar al mejor progenitor en longitud las cruzas 2x4, 2x6,

3x4, 4x5 y 4x6; en finura destacan los híbridos 1x3, 1x4, 1x6, 2x6 y 3x6 y para resistencia de fibra, las cruzas 1x2, 2x4, 3x4, 3x6 y 4x5. Los valores de heterobeltiosis obtenidos por estos genotipos fueron ligeramente positivos.

Parámetros genéticos

En el Cuadro 7 se muestran los valores para varianza genética total, de aditividad y dominancia para los caracteres estudiados. De acuerdo a estos valores, la varianza genética del tipo aditivo es superior a la dominante en caracteres como peso de capullo (70.6), porcentaje de pluma (92%), altura de planta (65.1%) y finura de fibra (93.4%). La varianza genética del tipo dominante fue superior a la aditiva en rendimiento de algodón hueso (56.9%), índice de producción (62.7%), fecha de maduración media (84.8%), índice de semilla (62.4%), días a primeras flores (72.2%), días a primeros capullos (62.6%), longitud (67.2%) y resistencia de fibra (76.9%). En porcentaje de algodón cosechado a primera pizca y porcentaje de algodón cosechado a segunda pizca, ambas varianzas son igualmente importantes en el control genético de estas características.

Grado de Dominancia

En las estimas del grado y dirección de la dominancia (a), se detectan sobredominancia para peso de capullo (2.2),

Cuadro 7. Parámetros genéticos para diferentes características agronómicas y calidad de fibra en algodón.

Características	Varianza Genética	Varianza Aditiva	Varianza Aditiva (%)	Varianza Dominancia	Varianza Dominancia (%)	Dominancia
Rendo. Alg. Hueso	531674.200	228945.200	43.06	302729.000	56.94	1.22
% Cos. 1a. Pizca	88.302	52.200	59.11	36.102	40.89	1.70
% Cos. 2a. Pizca	4.904	2.390	48.73	2.514	51.27	1.38
Indice de Produc.	20.549	7.656	37.26	12.893	62.74	1.19
Fecha Maduración Media	3.854	0.586	15.20	3.268	84.80	0.60
Peso/Capullo	0.170	0.120	70.59	0.050	29.41	2.19
Indice Semilla	0.500	0.188	37.6	0.312	62.4	1.10
% Pluma	1.615	1.490	92.26	0.125	7.74	4.88
Días a las. Flores	1.487	0.414	27.84	1.073	72.16	0.77
Días a los. Capullos	10.102	3.776	37.38	6.326	62.62	1.09
Altura	152.837	99.462	65.08	53.375	34.92	3.73
Longitud	0.525	0.172	32.76	0.353	67.24	0.99
Finura	0.122	0.114	93.44	0.008	6.56	5.10
Resistencia	9.022	2.082	23.08	6.940	76.92	0.77

por ciento de pluma (4.9), altura (3.73), finura de fibra (5.1), por ciento de cosecha a primera pizca (1.7), por ciento de cosecha a segunda pizca (1.4), días a primeros capullos (1.1), índice de producción (1.2) y rendimiento (1.2) e índice de semilla (1.1); las demás características se situaron en el rango de dominancia parcial positiva.

Heredabilidad

Con las estimas de componentes de varianza genética aditiva, genética total y fenotípica, se calculó la heredabilidad en sentido amplio (H^2) y estrecho (h^2) en por ciento, para las diferentes características agronómicas y de calidad de fibra en algodón (Cuadro 8). Las estimaciones de heredabilidad en sentido amplio, presentaron valores altos para finura (88%), altura (85%), índice de semilla (82%), resistencia (83%) y por ciento de cosecha a primera pizca (82%). Los valores más altos para heredabilidad en sentido estrecho, los presentaron el por ciento de pluma (73%) y finura de la fibra (82%), valores intermedios fueron para el por ciento de cosecha a primera pizca (46%), peso de capullo (49%) y altura de planta (55%) y los valores más bajos para heredabilidad en sentido estrecho los manifestaron las características de rendimiento (27%), fecha de maduración media (8%), resistencia de fibra (19%), días a primeras flores (20%) e índice de producción (21%).

Cuadro 8 Estimación de heredabilidad en sentido amplio (H^2) y estrecho (h^2) en porcentaje para diferentes características agronómicas y calidad de fibra en algodón.

Características	Heredabilidad	
	Amplia	Estrecha
Rendto. Alg. Hueso	64	27
% Cos. 1a. Pizca	82	48
% Cos. 2a. Pizca	58	28
Indice de Producción	57	21
Fecha de Maduración Media	53	8
Peso/Capullo	69	49
Indice de Semilla	82	31
% de Pluma	79	73
Días a Primeras Flores	74	20
Días a Primeros Capullos	79	29
Altura	85	55
Longitud	77	25
Finura	88	82
Resistencia	83	19

Por comparación de los valores obtenidos mediante las estimas de ambas heredabilidades, se infiere que la heredabilidad en sentido amplio es mayor que la de sentido estrecho; las diferencias más contrastantes fueron en días a primeras flores (54%) y resistencia de fibra (64%). Mientras que las más pequeñas fueron en finura y por ciento de pluma.

Correlación Fenotípica

Los coeficientes de correlaciones fenotípicas simples entre los pares posibles de las diferentes características agronómicas y de calidad de fibra, son presentadas en el Cuadro 9; en este Cuadro puede observarse una asociación altamente significativa y negativa para rendimiento de algodón hueso con por ciento de algodón cosechado a primera y segunda pizca, presentándose asociación positiva y significativa con índice de producción, días a primeras flores, altura de planta y longitud de fibra.

La correlación para por ciento de cosecha a primera pizca con índice de producción, fecha de maduración media, días a primeras flores y primeros capullos y altura, fue altamente significativa y negativa. Así mismo, el por ciento de algodón cosechado a segunda pizca y días a primeras flores, mostraron una asociación positiva y altamente significativa. El por ciento de cosecha a segunda pizca se relacionó negativamente

Cuadro 9 Correlaciones fenotípicas entre diferentes características agronómicas y de calidad de fibra en algodón

Características	Porcentaje de algodón cosechado		Fecha Maduración Media	Índice Producción	Índice Semilla	Índice Porcentaje d'as Flores	Primeras Capullos	Altura	Longitud	Finura	Resistencia
	1a. Pizca	2a. Pizca									
1. Rendto. alg. hueso	-0.676**	-0.625**	0.427	0.993**	0.256	0.474*	0.428	0.601**	0.520*	-0.042	0.004
2. % Cos. 1a. Pizca	0.868**		-0.753**	-0.544*	-0.241	-0.791**	-0.753**	-0.871**	-0.243	0.041	0.358
3. % Cos. 2a. Pizca			-0.704**	-0.561	0.281	-0.686**	-0.529**	-0.783**	-0.264	0.032	0.274
4. Índice Producción			0.305		0.255	0.418	0.363	0.633**	0.511*	0.075	0.044
5. Fecha Maduración Media					0.108	0.561**	0.653**	0.665**	0.277	0.174	-0.376
6. Peso de Capullo					0.753**	-0.182	0.066	-0.283	0.507*	-0.054	0.482*
7. Índice de Semilla					0.025	-0.237	0.031	-0.422	0.292	-0.021	0.601**
8. % de Pluma					0.348	0.183		0.153	0.350	-0.313	0.438*
9. D'as las. Flores						0.801**		0.846**	0.330	-0.083	0.215
10. D'as 1er. Capullo								0.699**	0.492*	-0.150	0.090
11. Altura									0.200	0.058	0.417
12. Longitud										-0.426	0.333
13. Finura											0.230
14. Resistencia											

* Significativo al 5%
 ** Significativo al 1%

con índice de producción, fecha de maduración media, días a primeras flores y primeros capullos y altura de planta, siendo su asociación altamente significativa.

El índice de producción presenta correlación positiva; y altamente significativa con altura de planta y longitud de fibra. En fecha de maduración media, se detectó una relación positiva con días a primeras flores, días a primeros capullos y altura de planta. Para peso de capullo se observó asociación altamente positiva con índice de semilla, longitud y resistencia de fibra. El índice de semilla se relacionó positiva y significativamente con resistencia de fibra.

Días a primeras flores se asocia positiva y significativamente con días a primeros capullos y altura de planta. Para días a primeros capullos, la correlación fue altamente significativa con altura y longitud de fibra. En las propiedades de la fibra no se detectó correlación alguna entre ellos.

DISCUSION

La siguiente discusión interpretará y evaluará la información relevante para cada componente en estudio y sugerirá métodos de mayor utilidad en un programa de mejoramiento en algodón.

El análisis de varianza (Cuadro 1) presentó diferencias significativas entre progenitores para la mayoría de las características, excepto peso de capullo, índice de semilla, días a primeras flores, longitud y finura de la fibra, indicando variabilidad para las características estudiadas, tal y como puede observarse en el Cuadro 2, donde sobresalen por su alto rendimiento de algodón hueso las líneas Stoneville-213 y CA-1814. De acuerdo a los parámetros para identificar precocidad, los genotipos más precoces al obtener a la primera pizca más de la mitad de su rendimiento total, fueron Arkugo-4, CAMD-EX-77-3840 y EXA-4-6-78 que superaron con más del 25 por ciento al cultivar Stoneville-213, que obtuvo a la primera pizca solo el 28.7 por ciento de su rendimiento con respecto al total de algodón producido. Estos resultados concuerdan con las características descritas para su identificación. Las diferencias significativas detectadas para las cruzas en la mayoría de sus características, señala la presencia de una alta variabilidad, sobresaliendo por su alto rendimiento los híbridos en los que participó como progenitor común el

Cultivar Stoneville-213 (Cuadro 3) y por su precocidad, aquellos híbridos en los que participaron los genotipos CA-1814 y CAMD-EX-77-3840. De acuerdo a los resultados obtenidos, los genotipos de más alto rendimiento son los que presentaron alto índice de producción y requirieron valores más altos en su fecha de maduración media. Las tendencias a mejorar los valores para cada característica observada en los híbridos, indican la importancia de realizar cruzamientos donde los progenitores realicen un intercambio genético favorable, para obtener genotipos deseables. El coeficiente de variación osciló de 1.0 a 17.2 por ciento, deduciéndose que la conducción del experimento y los resultados obtenidos son altamente confiables.

El desglose del análisis dialélico en las varianzas correspondientes a aptitud combinatoria, señaló diferencias significativas para acg y ace conjunta para las características de por ciento de cosecha a primera pizca, altura, índice de semilla y días a primeros capullos, revelando que los efectos genéticos aditivos y no aditivos están involucrados en la expresión de estas características. Las características de finura, peso de capullo y por ciento de pluma, mostraron diferencias significativas solo para la acg, sucediendo lo opuesto para las características de rendimiento de algodón hueso, índice de producción, fecha de maduración media, longitud, resistencia y días a primeras flores que fueron significativas solo por su ace. En los casos en que se detectó significancia

para acg, es de esperarse una alta influencia de la varianza genética del tipo aditivo, sucediendo lo contrario para las características con ace significativa, donde la influencia predominante es de genes no aditivos.

La comparación de las proporciones de acg/ace mostradas en Cuadro 1, señalan el papel predominante de la acg sobre la ace para los caracteres de porciento de cosecha a primera pizca, peso de capullo, porciento de pluma, altura de planta y finura de la fibra, 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 Turner (1953), Palomo y Prado (1975), Lee et al (1967), Wilson y Wilson (1975), Omran (1951) y White y Richmond (1963). En programas de mejoramiento de algodón en México, Palomo y Prado (1975) indican que en la mejora genética es más importante la aptitud combinatoria general, al menos mientras no se tenga un adecuado sistema de esterilidad citoplásmica masculina, un sistema restaurador de fertilidad y una técnica de producción de semilla práctica y barata..

Una comparación directa del comportamiento de los progenitores, es mediante estimadores de efectos de aptitud combinatoria general. Al respecto, los resultados indican que para rendimiento e índice de producción de algodón hueso, el cultivar Stoneville-213 es el mejor genotipo al obtener el

valor más alto y positivo y las líneas CAMD-EX-77-3840 y EXA-4-6-78, los peores genotipos al obtener valores bajos y negativos. Considerando que la presencia de una alta aptitud combinatoria general, es indicio de una alta acción génica aditiva, se puede inferir que el cultivar Stoneville-213, es de los más adecuados para fungir como progenitor en un programa como el de selección recurrente.

En precocidad de algodón cosechado a primera y segunda pizca, las líneas CAMD-EX-77-3840 y Arkugo-4, fueron los mejores combinadores y por ésto, dichos genotipos pueden usarse como progenitores en un programa cuyo objetivo es obtención del máximo de cosecha en menos tiempo. Para fecha de maduración media, las líneas CAMD-EX-77-3840 y Arkugo-4, son las que tienen efectos negativos y significativos, indicando ésto que dichos genotipos requieren menos tiempo para producir el rendimiento económico, sucediendo lo opuesto con Stoneville-213. 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 (Kerr 1966), por lo que de acuerdo a lo descrito por Kuruvadi y Cortinas (1987), estas líneas son importantes para usar como progenitores en programas que deseen mejorar estas características. Para otro componente del rendimiento, la línea CA-1814 fue la mejor combinadora para porcentaje de algodón pluma, 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 EXA-4-6-78, ilustran la estrecha relación entre rendimiento, precocidad y altura, ya que mientras el primer cultivar tiene efectos positivos para rendimiento y 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 (1975).

Con referencia a las características de calidad de fibra, Stoneville-213 y CAMD-EX-77-3840, se sitúan como las líneas más sobresalientes para lograr mejoras en longitud. Al respecto, los cultivares Paymaster-792, Arkugo-4 y Stoneville-213, serían las mejores para mejoras en finura y las líneas CAMD-EX-77-3840 y CA-1814, las más adecuadas para obtener una mayor resistencia al rompimiento. Para estas características, la línea EXA-4-6-78, presentó efectos negativos, lo cual indica que es un cultivar que si es utilizado por su precocidad, debe tenerse cuidado en sus efectos para no afectar las características de calidad de la progenie.

De acuerdo a estos resultados, las líneas con efectos significativos de acg, pueden utilizarse en programas de mejoramiento de algodón, utilizando metodología tradicionales

como es la selección masal, selección por pedigree, selección recurrente, etc., y así eficientizar el mejoramiento genético de características de importancia económica.

Al considerar aptitud combinatoria específica, es necesario recordar que es la porción de varianza genotípica, probablemente debido a desviaciones de dominancia y no alélica, es decir es importante en programas cuyo objetivo sea la formación 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, los valores más altos de ace para rendimiento de algodón hueso, los obtuvieron los híbridos 2x3, 3x4, 3x5, 3x6 y 5x6, en los cuales puede observarse la destacada participación de la línea (3) CAMD-EX-77-3840, al participar en cuatro de las cinco cruzas, constituyéndose así en un genotipo bastante deseable dentro de un programa de formación de híbridos. Para esta misma característica, las cruzas 1x3, 1x4, 1x5 y 5x6 manifestaron los valores más altos y negativos de ace, detectando la presencia de la línea (1) CA-1814 en tres de las cruzas, siendo por lo tanto un genotipo indeseable para la producción de híbridos. Sin embargo al considerar las características de medición de precocidad, los genotipos sobresalientes por su maduración rápida fueron 1x2, 1x5, 1x6 y 5x6, 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 2x4, 3x5 y 3x6, aspecto en el cual los últimos dos híbridos relacionan positivamente con rendimiento de algodón hueso.

Para días a primeras flores y primeros capullos, las cruzas más sobresalientes por su efecto negativo en ambas características fueron 1x4 y 1x6; así como la 3x6 para la primera y 1x5 para la segunda característica. El híbrido 5x6 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 1x3, 1x4 y 1x6 mostraron los efectos negativos de ace y las cruzas 2x3, 3x4 y 3x5 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. Para calidad de fibra, la mayor ace en longitud se presentó en los híbridos 2x4, 4x5, 4x6, 3x4 y 3x5, observándose cierto efecto de dominancia para el progenitor (4) Paymaster-792. En finura, los híbridos sobresalientes en sus efectos de ace positivos, fueron 1x4, 1x6, 2x4 y 3x6 que tienden a obtener mejores valores. Para la resistencia de fibra, las cruzas con efectos hacia mayor resistencia tensil fueron 1x2, 3x4, 3x6 y 4x5; en cambio las cruzas 1x4, 2x3, 3x5 y 4x6 presentaron efectos negativos, lo cual los

sitúa dentro de los híbridos indeseables. La cruza 1x5, obtuvo valor de ace negativo para todas las características de calidad.

Las cruzas detectadas como sobresalientes por su alto valor de ace para rendimiento pueden explotarse en híbridos F_1 siempre y cuando sea costeable y práctica su producción de semilla.

Heterosis

La importancia y utilización de la heterosis depende de los incrementos en rendimiento y del grado en que manifiesten otros caracteres de interés agronómico y económico, así como la facilidad de hibridación o bajo costo de producción de semilla. En el Cuadro 6, se presentan los valores de heterosis y heterobeltiosis para diferentes características en porciento. Al respecto, en rendimiento de algodón hueso/ha, solo los híbridos 2x5, 3x5, 5x6 y 2x3 superaron el comportamiento del mejor progenitor sobresaliendo las cruzas 2x3 con 24.9 porciento. Esta misma cruza manifestó también mejor heterobeltiosis para índice de producción. Para porciento de algodón cosechado a primera pizca y porciento de algodón cosechado a segunda pizca, los híbridos más sobresalientes fueron 1x4, 1x5 y 1x6 observándose que el progenitor (1) CA-1814 estuvo presente en todos los casos de lo cual se deduce que

es una buena fuente de precocidad.

En las características fecha de maduración media, peso de capullo, índice de semilla, porciento de pluma, días a primeras flores y capullos, longitud, finura y resistencia de la fibra, los híbridos mostraron valores próximos a los de los progenitores, lo cual es indicativo de una ausencia o insignificante presencia de heterosis. Los resultados en este estudio coinciden con los reportados por Wells y Meredith (1986) para rendimiento y precocidad. Además, la mínima expresión del vigor híbrido detectada para las demás características, puede ser debido a que son cruza intraespecíficas concordando con Hutchinson et al. (1935), quien señala que en este tipo de cruza es de esperarse ausencia o baja heterosis. Considerando que la Comarca Lagunera es una región con alto potencial de rendimiento, debe de considerarse lo reportado por Thomson (1971) y Hawkins et al. (1965) que indican que la magnitud de incremento en rendimiento puede ser más importante que el porcentaje de incremento.

Parámetros Genéticos

La planta de algodón se considera autógama, con alto porciento de homocigocidad, produciendo características uniformes y los caracteres se controlan generalmente por genes aditivos. En el Cuadro 7 se observa que la varianza aditiva

contribuyen en mayor proporción a la varianza genética total para las características de porcentaje de cosecha a primera pizca, peso de capullo, porcentaje de pluma, altura de planta y finura de fibra. Estudios de la acción génica a través de análisis dialélicos, coinciden con los resultados obtenidos para estas características, referente a que son controlados por genes del tipo aditivo. Según estudios de White y Kohel (1964), Miller y Marani (1963), Quisenberry (1975), Lee et al. (1967) y Palomo Y Prado (1975) que reportan altos estimadores de varianza aditiva.

En lo referente a la varianza de dominancia, esta presentó mayor aportación a la varianza genética total en rendimiento, porcentaje de cosecha a segunda pizca, índice de producción, fecha de maduración media, índice de semilla, días a primeras flores y primeros capullos, longitud y resistencia de la fibra. De acuerdo a estos resultados, el tipo de acción génica es de genes no aditivos. Indicando que su expresión solo puede ser predicha en F_1 y su predicción en generaciones tardías son inestables, esto puede ser debido a causas de segregación y depresión en la manifestación de las características. Verhalen y Murray (1967) y (1969) indican que la acción génica dominante gobierna la resistencia y longitud y Prado y Palomo (1975) además de detectar dominancia significativa en longitud, también reportan para resistencia e índice de semilla este tipo de acción génica. Para característi-

cas de precocidad como el porciento de cosecha a segunda pizca, días a primeras flores y días a primeros capullos, Verhalen et al. (1971), concuerdan en que están bajo control de acción génica no aditiva en el rango de dominancia y sobredominancia. Siendo los resultados coincidentes con estas investigaciones.

Dominancia

La estima de grado y dirección de la dominancia (a), confirma los resultados obtenidos para aptitud combinatoria, puesto que las características de mayor aptitud combinatoria general presentaron valores más bajos para dominancia, situándose ésta en rango de dominancia parcial positiva, en tanto que las estimas para peso de capullo, porciento de pluma, altura de planta y finura de fibra, estuvieron en el rango de sobredominancia.

Heredabilidad

Las estimaciones de heredabilidad en sentido estrecho, son de mayor importancia que la heredabilidad en sentido amplio, ya que la primera es atribuible a efectos genéticos aditivos y sus estimas pueden ser predictivas en programas de selección que permitan determinar el grado del tipo de acción génica debida a causas genéticas. De acuerdo con las estimas de heredabilidad, se puede inferir que los caracteres

en los cuales se pueden esperar mayores avances al seleccionar en generaciones tempranas, lo son el porcentaje de pluma y finura de la fibra. El porcentaje de algodón cosechado a primera pizca, peso de capullo, índice de semilla, altura y longitud de fibra, mostraron valores intermedios de heredabilidad.

En caracteres como rendimiento, porcentaje de cosecha a segunda pizca, índice de producción, fecha de maduración media, días a primeras flores y primeros capullos y resistencia de fibra, mostraron baja heredabilidad. En estas características, la acción génica dominante viene a ser la más importante, siendo necesario utilizar métodos de selección más sofisticados para aprovechar este tipo de varianza genética.

Los valores detectados para heredabilidad en este estudio, presentan cierta inconsistencia pero tienden a ser semejantes a los reportados por Palomo et al. (1976), Verhalen y Murray (1967), Palomo y Prado (1975), y Godoy (1984). Una de las causas de la inconsistencia en valores de heredabilidad, lo es por la unidad evaluada, ya que puede ser en base a una planta y/o a la media de una parcela, donde el tamaño de parcela tiene también efecto.

Correlaciones fenotípicas

La estima de correlaciones simples, genéticas o fenotípicas, tiene como objetivo conocer el grado y sentido de la asociación entre diferentes caracteres de interés para el fitomejorador, ya que al efectuar selección en un carácter como medio de mejorar otro, debe pensarse tanto en el grado de asociación entre ellos como en el valor de heredabilidad del carácter que se utilizó como medio de selección indirecta. Al respecto, las estimas de correlación (Cuadro 9) indican que el rendimiento de algodón hueso se asocia significativa y positivamente con índice de producción ($r=0.99$), altura de planta ($r=0.68$), días a primeras flores ($r=0.47$) y longitud de fibra ($r=0.52$). A la vez que el rendimiento se asocia negativamente con precocidad, medida como porcentaje de algodón cosechado a primera pizca ($r=-0.68$) y algodón cosechado a segunda pizca ($r=-0.62$). El porcentaje de algodón cosechado a primera y segunda pizca, manifestó una asociación altamente positiva entre ellos, pero negativa con índice de producción, fecha de maduración media, días a primeras flores y primeros capullos y altura de planta.

El índice de producción correlacionó positivamente con altura y longitud de fibra, estas mismas características correlacionaron positivamente con rendimiento de algodón hueso, lo cual confirma que el índice de producción es una medida

de producción y no de precocidad, aunque puede utilizarse como tal. La fecha de maduración media se asoció positivamente con días a primeras flores, primeros capullos y altura de planta, que son características indicadoras de madurez. Estos resultados confirman que el rendimiento es afectado por el ciclo de madurez y altura de planta, coincidiendo con lo reportado por Godoy (1973), Palomo y Prado (1975), Palomo et al. (1976), Quisenberry (1977); Singh et al. (1978) y Godoy (1984). Por lo que se sugiere que en un programa de mejoramiento de algodón hacia mayores rendimientos, se obtendrán incrementos en producción si se selecciona indirectamente hacia genotipos tardíos y de mayor altura sucediendo lo opuesto para programas en los que el objetivo principal es la precocidad del cultivo.

El peso de capullo correlacionó positivamente con índice de semilla ($r=0.75$) y longitud de fibra ($r=0.51$) y negativamente con resistencia de fibra (-0.48). Lo cual es indicativo que la selección de capullos de mayor peso, conducen a semilla de mayor tamaño, longitud y menor resistencia de la fibra según Palomo y Prado (1975). Por otra parte, el índice de semilla se asoció positivamente con resistencia, señal de que los genes que controlan estas características actúan en la misma dirección. En características de calidad de fibra, no se detectó asociación alguna, infiriéndose que se puede mejorar para cada una de ellas, independientemente.

Considerando que las correlaciones se originan principalmente de ligamentos o pleiotropía a nivel de genes en los cromosomas, debe tomarse en cuenta que asociaciones negativas e indeseables agronómicamente, son difíciles de mejorar simultáneamente, deben pensarse en técnicas especiales, tales como el uso de agentes mutagénicos, hibridaciones entre plantas individuales en F_2 , etc. Si la relación de caracteres es debido a efectos pleiotrópicos, es difícil el rompimiento ya que existe poca posibilidad de entrecruzamiento del mismo gene.

CONCLUSIONES

Existió amplia gama de variabilidad para diferentes características agronómicas en algodón.

El progenitor Stoneville-213 fue el mejor combinador para rendimiento de algodón hueso, índice de producción, peso de capullo, así como para obtener incrementos en altura de planta, longitud y finura de fibra. Las líneas CAMD-EX-77-3840 y Arkugo-4, sobresalieron por sus efectos de aptitud combinatoria general para precocidad y disminución en altura de planta. Además la primera línea también sobresale por sus efectos positivos en longitud y resistencia de fibra.

Los híbridos CA-1814 y EXA-4-6-78, 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 rendimiento y las cruzas CA-1814 X CAMD-EX-77-3840, CA-1814 X Paymaster-792, CA-1814 X Arkugo-4, Arkugo-4 X Stoneville-213, para una maduración temprana.

La mayor heterosis para rendimiento se observó en el híbrido EXA-4-6-78 X CAMD-EX-77-3840, presentando en general, el resto de los híbridos, bajos valores de heterosis y sin importancia económica. 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, presentando una maduración más precoz que el mejor progenitor.

En lo que se refiere a efectos aditivos, porciento de pluma y finura de fibra, presentaron los valores más altos y el porciento de cosecha a primera pizca, peso de capullo y altura de planta, valores intermedios. Estas características presentaron valores altos e intermedios de heredabilidad en sentido estrecho, respectivamente. Estos resultados sugieren que en estas características se pueden hacer avances significativos mediante el uso de procedimientos de selección que incrementen la frecuencia de genes favorables que presenten principalmente efectos aditivos.

Se detectó que una maduración temprana, va asociada negativamente con rendimiento, altura de planta e índice de producción; sucediendo lo opuesto para altos rendimientos.

RESUMEN

El propósito del presente trabajo de investigación, fue seleccionar líneas de algodón por su ace y acg, estimar heterosis y parámetros genéticos para características de precocidad, agronómicas y de calidad de fibra así como estudiar las correlaciones entre diferentes variables. El estudio se llevó acabo durante 1985 en el Campo Agrícola Experimental la Laguna del INIFAP ubicado en Matamoros, Coah., donde se evaluaron 6 progenitores y sus 15 cruzas directas posibles, utilizando un diseño de bloques al azar con tres repeticiones. Para la estimación de la aptitud combinatoria se consideró el método 2 y Modelo II de la serie de análisis dialélicos de Griffing (1956).

El análisis de varianza indicó diferencias significativas para la mayoría de las características estudiadas. En lo que se refiere al análisis dialélico en las características por ciento de cosecha a primera pizca, por ciento de pluma, altura de planta y finura de fibra, predominó aptitud combinatoria general.

El genotipo Stoneville-213 fue el mejor combinador para rendimiento de algodón en hueso, índice de producción, peso de capullo, así como para incrementar la altura, longitud y finura de fibra. Las líneas que sobresalieron por sus efectos de aptitud combinatoria general, para precocidad

fueron la CAMD-EX-77-3840 y Arkugo-4. Los híbridos CA-1814 X EXA-4-6-78, EXA-4-6-78 X CAMD-EX-77-3840, CAMD-EX-77-3840 X Paymaster-792, CAMD-EX-77-3840 X Arkugo-4 y CAMD-EX-77-3840 X Stoneville-213, sobresalieron por aptitud combinatoria específica en rendimiento y las cruzas CA-1814 X CAMD-EX-77-3840, CA-1814 X Paymaster-792, CA-1814 X Arkugo-4 y Arkugo-4 X Stoneville-213 por sus efectos específicos hacia una maduración temprana.

Con respecto a la heterosis, la crusa EXA-4-6-78 X CAMD-EX-77-3840 fue la que obtuvo la heterobeltiosis más significativa para el rendimiento, presentando el resto de los híbridos bajos valores de heterosis sin importancia económica. En precocidad, los híbridos CA-1814 X EXA-4-6-78, CA-1814 X Arkugo-4, CA-1814 X Paymaster-792 y CA-1814 X Stoneville-213 mostraron valores significativos de heterosis, presentando una maduración más precoz que el mejor progenitor.

En lo referente a efectos aditivos, porcentaje de pluma y finura de fibra, presentaron los valores más altos y el porcentaje de cosecha a primera pizca, peso de capullo y altura de planta valores intermedios; para la heredabilidad en sentido estrecho, presentaron valores altos e intermedios, respectivamente.

La precocidad se asoció negativamente con rendimiento, altura de planta e índice de producción.

LITERATURA CITADA

- Al-Jibouri, H.A., P. A. Miller and H.F. Robinson 1958. Genotypic and Environmental Variances and Covariances in an Upland Cotton Cross of Interespecific Origin. Agron. J. 50:633-636.
- Al-Rawi, R.M. and R.J. Kohel, 1969. Diallel Analysis of Yield and Other Agronomic Characters in *Gossypium hirsutum* L. Crop Sci. 9:779-783.
- Anónimo 1978. Algodonero: Historia, Taxonomía, Morfología y Fisiología. Algodón Mexicano Organo Oficial de la Unión de Productores de Algodón de la República Mexicana No.94:39-47.
- Anónimo 1984. Campo Agrícola Experimental la Laguna. Guía para la Asistencia Técnica Agrícola CIAN, INIFAP-SARH.
- Barnes, L.E. and G. Staten 1961. The Combining Ability of Some Varieties and Strains of *Gossypium hirsutum* L. N.M. Agric. Exp. Stn. Bull. 457.
- Christidis, B.G., and G.J. Harrison 1955. Cotton Growing Problems. McGraw-Hill Book Co. New York, p. 16.
- Comstock, R.E., H.F. Robinson and P.H. Harvey 1949. A Breeding Procedure Designed to Make Maximum Use of Both General and Specific Combining Ability. Agron. Jour. 41:360-361.
- Cook, O.F. 1909. Supressed and Intensified Characters in Cotton Hybrids. U.S. Dept. Agr. Bull. 147.
- Davis, D.D. 1974. Synthesis of Comercial F₁ Hybrids in Cotton. I. Genetic Control of Vegetative and Reproductive Vigor in *Gossypium hirsutum* L. X *G. barbadense* Crosses. Crop Sci. 14:745-749.
- Dudley, J.W. and R.M. Moll 1969. Interpretation and Use of Estimates of Heritability and Genetic-Variances in Plant Breeding. Crop Sci. 9(3): 257-261.
- Fryxel, A.G. State, and J.H. Porter 1958. Performance of Some Wide Crosses in *Gossypium*. N.M. Agric. Exp. Stn. Bull. 419.
- Godoy, A.S. 1973. Metodología usada para medir precocidad en algodonero (*Gossypium hirsutum* L.) y sus implicaciones en el mejoramiento genético. Seminario Técnico. Oct. 1973.

- Godoy, A.S. 1984. Genetic Study of Earliness Components in Upland Cotton, Gossypium hirsutum L. Ph. D. Dissertation. Texas, A & M University College Station, TX
- Griffing, B. 1956. Concept of General and Specific Combining Ability in Relation to Diallel Crossing Systems. Aust. Jour. Biol. Sci. 9:463-493.
- Hallauer, A.R. and S.A. Eberhart 1970. Reciprocal Full-Sib Selection. Crop Sci. 10:315-316.
- Hawkins, B.S., H.A. Peacock, and W.W. Ballard 1965. Heterosis and Combining Ability in Upland Cotton-Effect on Yield. Crop Sci. 5:543-546.
- Hayman, B.I. 1954. The Theory and Analysis of Diallel Crosses. Genetics 39:789-909.
- Hayman, B.I. 1958. The Theory and Analysis of Diallel Crosses. Genetics 43:63-85.
- Hayman, B.I. 1960. The Theory and Analysis of Diallel Crosses. Genetics 45:155-172.
- Hoegenmeyer, T.C. and A.R. Hallauer 1976. Selection Among and Within Full-sib Families to Develop Single Crosses of Maize. Crop Sci. 16:76-81.
- Hutchinson, J.B., P.D. Gadkari, and Ansari 1935. A Note on the Inheritance of Sterility in Cotton. Indian Jour. Agr. Sci. 5:619-623.
- Jenkins, W.H. and D.C. Harrel 1941. Genetics Studies in Cotton. South Carolina Agr. Exp. Stn. Ann. Rep. 54:113-115.
- Jinks, J.L. 1954. The Analysis of Continuous Variation in a Diallel Cross of Nicotiana rustica Varieties. Genetics 39:767-788.
- Jones, J.E. and Loden, H.D. 1951. Heterosis and Combining Ability in Upland Cotton. Agron. J. 43:514-516.
- Jugenheimer, R.W. 1976. Maíz, variedades mejoradas, Métodos de Cultivo y Producción de Semillas. Limusa-México.
- Kearney, T.H. 1923. Segregation and Correlation of Characters in an Upland-Egyptian Cotton Hybrid. U.S.D.A. Bull. 1164.
- Kearney, T.H., and W.G. Wells 1918. A Study of Hybrids in Egyptian Cotton. Am. Nat. 52:491-506.

- Kerr, T. 1966. Yield Components in Cotton and their Interrelations With Fiber Quality. Proc. Beltwide Cotton Prod. Res. Conf. p.276-287.
- Kime, P.H. and R.H. Tilley 1947. Hybrid Vigor in Cotton. Jour. Am. Soc. Agron. 39:308-317.
- Kuruvadi, S. 1986. Utilidad de las correlaciones en el mejoramiento genético de los cultivos. COMUNA, Organó Informativo de la Univ. Aut. Agr. Antonio Narro. p. 10-11.
- Kuruvadi, S. y H.M., Cortinas 1987. Papel de los componentes del rendimiento y sus correlaciones e implicaciones en el mejoramiento genético del frijol. "Agraria" Revista Científica Vol.III (En proceso de impresión). Univ. Aut. Agr. Antonio Narro.
- Lee, J.A., P.A. Miller and J.O. Rawlings 1967. Interaction of Combining Ability Effects with Environments in Diallel Crosses of Upland Cotton (Gossypium hirsutum L.) Crop Sci. 7:477-481.
- Manning, M.L. 1956. Yield Improvement from a Selection Index Technique With Cotton Heredity. 10:303-322.
- Meredith, W.R., Jr., R.R. Bridge and J.F. Chism 1970. Relative Performance of F₁ and F₂ Hybrids from Doubled Haploides and Their Parent Varieties in Upland Cotton Gossypium hirsutum L. 10:295-298.
- Miller, P.A. and B.A. Marani 1963. Heterosis and Combining Ability in Diallel Crosses of Upland Cotton Gossypium hirsutum L. Crop Sci. 3:441-444.
- Miller, P.A., and Lee. J.A. 1964. Heterosis and Combining Ability in Varietal Top Crosses of Upland Cotton. Crop Sci.4:646-649.
- Miller, P.A., J.C. Williams, H.F. Robinson and R.E. Comstock 1958. Estimates of Genotypic and Environmental Variances and Covariances in Upland Cotton and Their Implications in Selection Agron. J. 50:126-131.
- Murray, J.C. and L.M. Verhalen 1969. Genetic Studies of Earliness, Yield, and Fiber Properties in Cotton (Gossypium hirsutum L.). Crop Sci. 9:751-755.
- Niles, G.A. 1984. Plant Breeding and Improvement of the Cotton Plant. Am. Soc. Agr. 24: 202-229.

- Omran, A.D., El-ganyni and H. Galal 1974. Heterosis and Combining Ability in Crosses Between Gossypium hirsutum L. and G. barbadense L. Cotton Growing Rev.51:192-209.
- Palomo, G.A. 1985. La heterosis y su uso en el cultivo del algodón. Seminario Técnico Vol.9(4). CAELALA-CIAN-INIFAP-SARH.
- Palomo, G.A. y Prado, M.R. 1975. Estimación de Parámetros genéticos y su uso en el mejoramiento genético del algodón. Seminario Técnico Vol.2(7) CAELALA-CIAN-INIFAP-SARH.
- Palomo, G.A., J. Molina y J. Cereceres 1976. Interacción genotipo medio ambiente en algodón (G. hirsutum L.) para la Comarca Lagunera. Mem. VI Cong. SOMEFI. P. 349-358.
- Paterniani, E. and R. Vencovsky 1978. Reciprocal Recurrent Selection Based on Hald-Sib Progenies and Prolific Plants Maize (Zea mays L.) Maydica 22:209-219.
- Prado, M.R. 1983. Logros y Aportaciones de la Investigación Agrícola en el Cultivo del Algodonero. Revista Especial. CIAN-INIFAP-SARH.
- Quisenberry, J.E. 1975. Inheritance of Fiber Properties Among of Alcala and High Plains Cultivars of Upland Cotton. Crop Sci. 15:202-204.
- Quisenberry, J.E. 1977. Inheritance of Plant Height in Cotton. II. Diallel Analyses Six Semidwarf Strains. Crop Sci. Vol.17(3):347-350.
- Ramey, M.H. 1966. Historical Review of Cotton Variety Development Proc. Joint Mtg. 26th. Annual Cotton Defol. and Physiol. Conf., and 18th. Annual Cotton Improv. Conf. p. 312-326.
- Singh, D.P., J.P. Singh, S. Seth, B. Chandra and A.T. Yag J. 1978. Association Analysis of Earliness in Upland Cotton. Indian J. Agric. Sci. 48:516-518.
- Thomson, N.J. 1971. Heterosis and Combining Ability of American and African Cotton Cultivars in a Low Latitude Under High Yield Conditions. Aust.J. Agric.Res.28: 759-770.
- Tharp, W.H. 1965. The Cotton Plant: How it is Growing and Why its Growth Varies. U.S.D.A. Agr. Hdbk 178.
- Turner, J.H., Jr. 1953. A Study of Heterosis in Upland Cotton. I. Yield of Hybrids Compared With Varieties. Agron. J. 4-:484-486.

- Verhalen, L.M. and J.C. Murray 1967. A Diallel Analysis of Several Fiber Property Traits in Upland Cotton (Gossypium hirsutum L.). Crop Sci. 7:501-505.
- Verhalen, L.M. and J.C. Murray 1969. A Diallel Analysis of Several Fiber Property Traits in Upland Cotton (Gossypium hirsutum L.). Crop Sci. 9:311-315.
- Verhalen, L.M., W.L. Morrison, B.A. Al-Rawi, K.C. Fun and J. C. Murray 1971. A Diallel Analysis of Several Agronomic Traits in Upland Cotton (Gossypium hirsutum L.) Crop Sci. 11:92-96.
- Waldia, R.S. and Y. S. Tomer 1980. Heterosis in DESI Cotton (G. arboreum L.). Haryana Agric. Univ. J. Res., 10(2):169-174.
- Ware, J.O., W. H. Jenkins and D.C. Harrell 1943. Inheritance of Green Fuzz, Fiber Length and Fiber Length Uniformity in Upland Cotton. Agron. J. 35:382-392.
- Wells, R. and W. R. Meredith Jr. 1986. Heterosis in Upland Cotton. I. Growth and Leaf Area Partitioning. Crop Sci. 6:1119-1123.
- White, T.G. and R.J. Kohel, 1964. A Diallel Analysis of Agronomic Characters in Selected Lines of Cotton Gossypium hirsutum L. Crop Sci. 4:254-257.
- White, T.G. and T.R. Richmond 1963. Heterosis and Combining Ability in Top and Diallel Crosses Among Primitive, Foreign and Cultivated American Upland Cotton. Crop Sci. 3:58-63.
- Wilson, F.D. and R.L. Wilson 1975. Breeding Potential of Noncultivated Cottons. I. Some Agronomic and Fiber Properties of Selected Parents and Their F₁ Hybrids. Crop Sci. 15:763-766.