

HETEROBELTIOSIS EN ALGODÓN (*Gossypium hirsutum* L.): RENDIMIENTO DE ALGODÓN EN RAMA, SUS COMPONENTES Y CALIDAD DE LA FIBRA

Jesús Méndez-Natera, Abelardo Rondón M. y José Merazo-Pinto*

RESUMEN

La heterosis ha sido observada en muchas especies autóгамas, incluyendo el algodón y ha sido objeto de considerable estudio como un medio de incrementar la productividad, prefiriéndose incluso la explotación de la heterobeltiosis (Hb). El objetivo del presente trabajo fue determinar la extensión de la Hb en relación al mejor padre en el cruce (HbMPC) y mejor padre de todo el ensayo (HbMPE) para el rendimiento de algodón en rama/ha (RARH) y otros caracteres agronómicos, así como, para caracteres de la fibra en 15 híbridos provenientes de 6 variedades comerciales de algodón ($L_1 = \text{'Deltapine-16'}$; $L_2 = \text{'Tamcot-SP-21'}$; $L_3 = \text{'Cabuyare'}$; $L_4 = \text{'Stoneville'}$; $L_5 = \text{'Ospino'}$ y $L_6 = \text{'Alcala-90-1'}$). El diseño estadístico utilizado fue el de bloques al azar con 21 tratamientos (6 variedades y sus 15 híbridos, sin incluir los recíprocos) y tres repeticiones. Los dos tipos de Hb se calcularon mediante las fórmulas: $HbMPC = (F_1 - MPC)/MPC$ y $HbMPE = (F_1 - MPE)/MPE$. Se realizó análisis de variancia y se utilizó la prueba t de Student para determinar la diferencia entre medias. Se detectó la presencia de Hb para el RARH y otros caracteres biométricos en algodón, a la vez que se demuestra la posibilidad del uso agronómico de este fenómeno de manera de incrementar la productividad en este rubro. Por otra parte, los resultados muestran que la Hb fue mayormente negativa para la calidad de la fibra y que el híbrido $L_3 \times L_4$ con la mayor Hb para RARH (58,52 %) y 2.348,68 kg/ha presentó una Hb de -8,97 % para la resistencia de la fibra, con el menor valor (71.000 lb/pulg²). En conclusión, deberían seleccionarse aquellas combinaciones híbridas que presenten una heterobeltiosis positiva para RARH y la calidad de la fibra.

Palabras claves adicionales: Heterosis, mejoramiento genético, caracteres biométricos

ABSTRACT

Heterobeltiosis in cotton (*Gossypium hirsutum* L.): seed cotton yield, its components and fiber quality

Heterosis has been observed in many self fertilized species, including the cotton plant and it has been object of considerable study as a means of increasing its productivity, being even preferred the exploitation of the heterobeltiosis (Hb). The objective of the present work was to determine the extension of Hb in relation to the best parent in the cross (HbBPC) and best parent of the trial (HbBPT) for seed cotton yield/ha (SCYH) and other agronomic traits, as well as, fiber characters in 15 hybrids coming from 6 commercial varieties of cotton ($L_1 = \text{'Deltapine-16'}$; $L_2 = \text{'Tamcot-SP-21'}$; $L_3 = \text{'Cabuyare'}$; $L_4 = \text{'Stoneville'}$; $L_5 = \text{'Ospino'}$ and $L_6 = \text{'Alcala-90-1'}$). The statistical design was randomized complete blocks with 21 treatments (6 varieties and its 15 hybrids, excluding reciprocals) and three replications. Two types of Hb were calculated by means of the formulas: $HbBPC = (F_1 - BPC)/BPC$ and $HbBPT = (F_1 - BPT)/BPT$. Variance analysis were carried out and t-student test was used to determine the differences among means. These results demonstrated the presence of heterobeltiosis for the SCYH and other biometrical characters in cotton and the possibility of the agronomic use of this phenomenon in order to increase the productivity in this crop. On the other hand, these results showed that the Hb was mostly negative for the quality of the fiber and that the hybrid $L_3 \times L_4$ with the largest Hb for SCYH (58.52 %) and 2348.68 kg/ha had a Hb of -8.97 % for the fiber strength, with the smallest value (71.000 lb/inch²). In conclusion, it should be selected those hybrid combinations that present a positive heterobeltiosis for SCYH and the fiber quality.

Additional key words: Heterosis, plant breeding, biometric characters

INTRODUCCIÓN

El algodón es uno de los cultivos de mayor importancia en la agricultura del país y constituye

uno de los renglones más explotados en la época de lluvias, proporcionando a la población rural ocupación casi durante la mitad del año. Igualmente, la fibra y la semilla son materias

* Departamento de Agronomía, Escuela de Ingeniería Agronómica, Núcleo de Monagas, Universidad de Oriente (UDO). Maturín, 6201. Venezuela. E-mail: jmendezn @ telcel.net.ve

primas importantes en la elaboración de tejidos y aceites, respectivamente, así como de otros derivados industriales (León et al., 1980).

La heterosis, la cual es medida en la F_1 relativa al valor promedio de los padres para un carácter en particular, ha sido observada en muchas especies autógamias, incluyendo el algodón y ha sido objeto de considerables estudios como un medio de incrementar su productividad, prefiriéndose incluso la explotación de la heterobeltiosis (la cual es medida en la F_1 relativa al valor del mejor padre para el carácter en cuestión), de allí que los híbridos de algodón para la producción comercial deberían ser superiores al mejor padre del cruce. Por otra parte, el valor económico y la utilidad textil de cualquier tipo de algodón están determinados por un conjunto de propiedades físicas de la fibra. El cruce entre dos variedades de algodón pudiera producir híbridos con heterobeltiosis para un mayor rendimiento de algodón en rama/ha en combinación con una mejor calidad de fibra.

Una de las formas de mejorar los rendimientos y otras características en el algodón podría ser la utilización de híbridos. Como se sabe, el uso de cultivares híbridos ha representado un gran avance en el desarrollo de la agricultura. A través del mejoramiento genético, utilizando la técnica de la hibridación, se han conseguido plantas de diferentes cultivos mejor adaptadas a determinados ambientes, más productivas, resistentes y/o tolerantes a alguna plaga o enfermedad específica y, en general, plantas con caracteres agronómicos deseables para ser cultivadas comercialmente. Sin embargo, la posibilidad de producir híbridos de algodón hasta los momentos ha sido poco difundida debido a la escasa información e investigación y a los altos costos de obtención por la inexistencia de técnicas comerciales para tal fin. Sin embargo, según Singh (1994), en la India han sido liberados para su explotación comercial algunos híbridos de algodón con altos rendimientos y buenas características de la fibra, debido al bajo costo de la mano de obra para realizar la hibridación en forma manual.

Para la producción de híbridos en un cultivo debe conocerse en primer lugar lo relacionado con la manifestación de heterosis o heterobeltiosis en el mismo, condición ésta indispensable para iniciar un programa de mejoramiento genético

tendiente a la obtención de híbridos de primera generación destinados al uso comercial. La heterobeltiosis ocurre en muchas especies de plantas cultivadas. En el algodón, según trabajos realizados por algunos investigadores, entre ellos Ud-Din et al. (1980), Baht y Rao (1981), Tikka et al. (1980) y más recientemente Rashid et al. (1990), Duhoon (1990), Bhatade y Rajeswar (1994), Phundan-Singh y Narayanan (1990) y Ansari (1994), se ha encontrado heterosis y heterobeltiosis para caracteres agronómicos deseables como rendimiento de algodón en rama, número de bellotas por planta, tamaño de la bellota, porcentaje de fibra y longitud de fibra, entre otros, mientras que Gu et al. (1994a; 1994b) encontraron heterobeltiosis para los caracteres vegetativos como la tasa fotosintética neta, la tasa de transpiración, conductancia estomática y actividad de la superoxidasa.

El objetivo del presente trabajo fue determinar la extensión de la heterobeltiosis en relación al mejor padre en el cruce y mejor padre de todo el ensayo para el rendimiento de algodón en rama/ha y otros caracteres agronómicos, así como, para caracteres de la fibra en 15 híbridos provenientes de 6 variedades de este cultivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en la Universidad de Oriente, en Jusepín, estado Monagas. Se utilizaron las siguientes 6 variedades comerciales de algodón: L_1 = 'Deltapine-16'; L_2 = 'Tamcot-SP-21'; L_3 = 'Cabuyare'; L_4 = 'Stoneville'; L_5 = 'Ospino' y L_6 = 'Alcala-90-1'. El ensayo constó de dos fases:

Fase I: Esta primera fase se denominó fase de cruzamientos y se llevó a efecto en la Estación Experimental de Sabana de la Universidad de Oriente, localizada en la mesa de piedemonte de la altiplanicie de los Llanos Orientales, en un suelo ácido de sabana previamente cultivado. La preparación del suelo constó de tres pases de rastra, aplicación de cal a razón de 1000 kg/ha, 30 días antes de la siembra, se fertilizó con 15-15-15 a razón de 600 kg/ha, aplicados en bandas enterradas; el reabono se llevó a cabo a los 30 días después de la siembra, utilizando úrea en

dosis de 200 kg/ha, aplicados en bandas superficiales. Se sembraron dos hileras de plantas para cada una de las variedades utilizadas. La distancia entre plantas fue de 0,20 m y de 1,0 m entre hileras. Las hileras, con una longitud de 35 m, se dividieron en 6 segmentos de 5 m cada uno separados entre sí por 1,0 m de distancia. Uno de los segmentos se destinó para la autofecundación y cruzamientos intervarietales y los cinco restantes para realizar los cruzamientos con las demás variedades con la finalidad de obtener las semillas híbridas, mediante cruzamientos dialélicos sin incluir recíprocos, que se utilizarían en la segunda fase.

Los cruzamientos se iniciaron 36 días después de la siembra, siguiendo la metodología descrita por Poehlman (1981). Los cruces se efectuaron un día antes del que, se esperaba, las flores abrieran normalmente. Para ello, en primer lugar, se cortó la corola de la flor de la planta que serviría como progenitor femenino, con una tijera pequeña, para luego eliminar las anteras (emasculación) protegiéndose el estigma para evitar la posibilidad de polinización cruzada. Al día siguiente, en la mañana, se realizó la polinización, colectando el polen del progenitor masculino en un pequeño trozo de pitillo cerrado por uno de sus extremos. Este trozo de pitillo parcialmente lleno con polen se colocó sobre el estigma expuesto luego de quitar la cubierta protectora a la flor emasculada. Para asegurar el cruzamiento, se levantaron las brácteas de la flor y se colocaron rodeando el trozo de pitillo, atándolas luego con un alambre fino de manera que se mantuviera en su lugar. Finalmente, se marcó el cruzamiento con una cinta de color de manera de facilitar su identificación. Se realizaron alrededor de 40 cruces por segmento con un porcentaje aproximado de pega de 75 % en concordancia con lo reportado por Poehlman (1981).

Para estos cruzamientos se seleccionaron con un mayor énfasis las flores ubicadas en el tercio medio de la planta, las cuales aseguran un mayor porcentaje de germinación y vigor (Arturi, 1984). Las bellotas maduras producto de los cruzamientos se recolectaron en dos cosechas a los 119 y 135 días.

Fase II: La segunda fase o fase de evaluación se llevó a cabo en la Estación Hortícola de Producción Vegetal de la Universidad de Oriente.

Entre las labores realizadas en esta fase se destacan: la preparación del suelo que constó de dos pases de arado, tres de rastra y aplicación de cal en dosis de 1000 kg/ha un mes antes de la siembra. El último pase de rastra se hizo un día antes de la siembra, conjuntamente con un pase de surcadora. Se sembraron tres hileras de las seis variedades comerciales de algodón y sus 15 combinaciones híbridas (sin recíprocos) a una distancia de 0,20 m entre plantas y 0,80 m entre hileras para una población final equivalente a 62.500 plantas/ha. Se utilizó riego suplementario para suplir los requerimientos hídricos del cultivo por la ausencia de lluvias durante el desarrollo del mismo. Se fertilizó con la fórmula completa 15-15-15 a razón de 600 kg/ha, colocado en bandas enterradas; el reabono se realizó a los 30 días después de la siembra utilizando úrea a razón de 200 kg/ha, aplicados en bandas superficiales. Se realizó un control químico de malezas en pre-siembra utilizando Round-up (glifosato) en dosis de 4 L/ha. También se aplicó H1-2000 (Fluozifop-butil) en dosis de 2 L/ha, 20 días después de la siembra. Se realizaron dos limpiezas manuales a los 35 y 82 días después de la siembra.

El diseño experimental utilizado fue el de bloques al azar con tres repeticiones y 21 tratamientos (6 variedades y sus 15 híbridos, sin incluir los recíprocos). Cada tratamiento estuvo conformado por tres hileras de plantas, las dos exteriores de bordura y la central para la evaluación de los diferentes parámetros.

Los datos obtenidos fueron analizados mediante el análisis de varianza. Se utilizó la prueba t de Student para determinar si los valores de la F_1 con respecto a los valores del mejor padre en el cruce y del mejor padre en el ensayo eran similares ($\alpha = 0,05$) para aquellos caracteres que resultaron significativos en el análisis de varianza. A aquellas combinaciones híbridas que resultaron estadísticamente superiores al mejor padre del cruce y/o al mejor padre del ensayo se les calculó los dos tipos de heterobeltiosis (en porcentaje) mediante las fórmulas:

$$\text{HbMPC} = \frac{F_1 - \text{MPC}}{\text{MPC}} \times 100$$

HbMPC = Heterobeltiosis mejor padre en el cruce

F = Valor del Carácter para la F₁

MPC = Valor del carácter para el mejor padre en el cruce

$$\text{HbMPE} = \frac{F_1 - \text{MPE}}{\text{MPE}} \times 100$$

HbMPE = Heterobeltiosis mejor padre en el ensayo

F₁ = Valor del carácter para la F₁

MPC = Valor del carácter para el mejor padre en el ensayo

RESULTADOS

Los Cuadros 1 y 2 muestran los promedios de los diferentes caracteres agronómicos y propiedades de la fibra que resultaron significativos en el análisis de varianza para las 6 variedades comerciales y sus 15 híbridos evaluados en este ensayo.

El análisis de varianza no reveló diferencias significativas entre los genotipos para el número de semillas/bellota, número de bellotas/planta y uniformidad de la fibra. Para el resto de los caracteres evaluados, el análisis de varianza reveló diferencia significativa entre genotipos.

En los Cuadros 3 y 4, se muestran los estimados de heterosis en porcentaje sobre el mejor padre (heterobeltiosis) y el mejor padre del ensayo de varios caracteres agronómicos y propiedades de la fibra de los 15 híbridos de algodón.

El Cuadro 3 muestra los estimados (en porcentaje) de heterobeltiosis sobre el mejor padre del cruce y/o mejor padre del ensayo para algunos caracteres vegetativos y reproductivos. Se encontró una heterobeltiosis significativa con respecto al mejor padre del cruce para días a inicio de floración (12 híbridos fueron más tardíos y 2 fueron más precoces con un rango de -37,02 % a 8,98 %); altura de la planta (2 híbridos fueron más bajos y 1 más alto con un rango de -8,98 % a 37,02 %); diámetro del tallo (5 híbridos con un mayor diámetro del tallo y un híbrido con menor diámetro).

También se encontró una heterobeltiosis significativa con respecto al mejor padre del cruce (Cuadro 3) para el porcentaje de flores formadas (número de flores formadas/número de botones flores formados) para L₁xL₂ (48,88 %), L₁xL₅ (44,22 %), L₃xL₄ (49,09 %) y L₄xL₅ (55,20 %) entre otros; porcentaje de fructificación efectiva (número de bellotas cosechadas/número de flores formadas) para L₃xL₄ (-35,53%) entre otros, y ramas con bellotas para cruces entre los que destacan L₁xL₂ (46,48%), L₁xL₃ (38,89 %), L₁xL₅ (46,72%), L₁xL₆(39,12%) y L₄xL₅ (36,33%).

El Cuadro 4 señala que no se encontró ninguna heterobeltiosis significativa con respecto al mejor padre en el cruce para el índice de semilla (peso de 100 semillas) a pesar de que el análisis de varianza señaló diferencias significativas entre los genotipos evaluados. Sí se encontraron valores significativos de heterobeltiosis con respecto al mejor padre del cruce para peso de bellota destacando L₄xL₅ (25,78%) y para rendimiento de algodón en rama/ha en L₃xL₄ (58,52%).

Para las propiedades de la fibra, se encontró heterobeltiosis significativa sobre el mejor padre para porcentaje de fibra en cruces tales como para L₁xL₆ (18,41 %), L₃xL₅ (-14,14%) y L₄xL₆ (-25,12%); resistencia de la fibra (seis híbridos tuvieron fibras menos resistentes con un rango de -6,28 % a -10,47 %) longitud de fibra para L₁xL₅ (4,85%), L₃xL₅ (-4,76%), L₄xL₆ (-10,38%) y L₅xL₆ (-4,72 %); finura de la fibra (5 híbridos tuvieron fibras más finas y 4 híbridos fibras menos finas con un rango de -12,64 % a 9,02 %).

Sólo se encontró heterobeltiosis significativa sobre el mejor padre del ensayo para porcentaje de flores formadas en L₄xL₅, L₃xL₄ y L₄xL₆ para altura de la planta en L₄xL₆, para diámetro del tallo los híbridos L₁xL₂, L₁xL₄, L₃xL₄, L₄xL₅ y L₄xL₆ y para ramas con bellotas en L₄xL₅ (Cuadro 3); para peso de bellota en L₄xL₅ y para rendimiento de algodón en rama/ha en L₃xL₄ (Cuadro 4). No se encontró heterobeltiosis significativa sobre el mejor padre del ensayo para ninguno de los caracteres de la fibra.

Cuadro 1. Caracteres vegetativos y reproductivos de 6 variedades comerciales de algodón y sus 15 híbridos en Jusepín, Edo. Monagas.

| Variedades e híbridos | Inicio de Floración (días) | Altura de planta (cm) | Diámetro de tallo (cm) | Ramas con flores/planta | Fructificación Efectiva (%) | Flores Formadas (%) |
|--------------------------------|----------------------------|-----------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------------|---------------------|
| Deltapine 16 (L ₁) | 61,00 | 95,95 | 1,09 | 12,20 | 31,25 | 22,70 |
| Tamcot-SP-21 (L ₂) | 58,33 | 65,73 | 1,06 | 11,83 | 33,43 | 25,37 |
| Cabuyare (L ₃) | 55,67 | 103,08 | 1,24 | 14,40 | 37,72 | 30,70 |
| Stoneville (L ₄) | 61,00 | 105,77 | 1,22 | 15,77 | 26,16 | 30,07 |
| Ospino (L ₅) | 61,33 | 84,48 | 1,16 | 12,20 | 30,59 | 27,27 |
| Alcala 90-1 (L ₆) | 51,33 | 90,08 | 1,05 | 12,27 | 36,67 | 18,30 |
| DP 16 x TamSP21 | 55,67 | 103,72 | 1,43 | 17,87 | 32,03 | 37,77 |
| DP 16 x Cabuy | 60,67 | 103,57 | 1,39 | 20,00 | 28,60 | 39,20 |
| DP16 x Stonev | 62,67 | 109,78 | 1,48 | 19,23 | 29,54 | 39,53 |
| DP 16 x Ospino | 62,33 | 101,19 | 1,29 | 17,90 | 28,58 | 39,33 |
| DP 16 x Alcala | 62,33 | 105,43 | 1,25 | 17,07 | 30,36 | 32,40 |
| TamSP21 x Cabuy | 61,00 | 85,84 | 1,19 | 13,70 | 37,30 | 27,60 |
| TamSP21 x Stonev | 62,67 | 71,67 | 1,01 | 11,80 | 33,06 | 22,90 |
| TamSPSP21 x Ospino | 62,67 | 72,54 | 1,04 | 12,17 | 37,73 | 24,90 |
| TamSP21 x Alcala | 54,33 | 63,77 | 0,90 | 9,90 | 34,47 | 18,17 |
| Cabuy x Stonev | 62,00 | 118,65 | 1,63 | 19,25 | 23,30 | 45,77 |
| Cabuy x Ospino | 50,67 | 99,29 | 1,20 | 14,73 | 35,99 | 31,77 |
| Cabuy x Alcala | 56,00 | 96,62 | 1,19 | 13,43 | 39,84 | 26,07 |
| Stonev x Ospino | 66,63 | 124,35 | 1,50 | 21,50 | 31,40 | 46,67 |
| Stonev x Alcala | 66,33 | 130,01 | 1,45 | 18,80 | 27,34 | 40,67 |
| Ospino x Alcala | 70,33 | 82,41 | 1,03 | 11,53 | 30,36 | 22,33 |

Cuadro 2. Componentes del rendimiento de algodón y caracteres de la fibra de 6 variedades comerciales y sus 15 híbridos en Jusepín, Edo. Monagas.

| Variedades e híbridos | Peso de 100 semillas (g) | Peso de bellota (g) | Rendimiento de algodón en rama (kg/ha) | Contenido de fibra (%) | Longitud de fibra (pulg) | Resistencia de fibra (10 ³ lb/pulg ²) | Finura de fibra (μm) |
|--------------------------------|--------------------------|---------------------|--|------------------------|--------------------------|--|----------------------|
| Deltapine 16 (L ₁) | 12,15 | 9,11 | 1093,45 | 34,85 | 1,03 | 76,00 | 4,10 |
| Tamcot-SP-21 (L ₂) | 11,19 | 8,05 | 1523,34 | 35,91 | 1,03 | 76,33 | 3,90 |
| Cabuyare (L ₃) | 10,76 | 8,47 | 1481,63 | 35,03 | 1,05 | 78,00 | 4,17 |
| Stoneville (L ₄) | 11,40 | 8,65 | 1358,72 | 35,05 | 0,99 | 74,67 | 4,43 |
| Ospino (L ₅) | 10,13 | 8,60 | 1457,49 | 37,76 | 1,01 | 79,67 | 4,00 |
| Alcala 90-1 (L ₆) | 11,41 | 7,32 | 1637,71 | 39,93 | 1,06 | 79,33 | 4,47 |
| DP 16 x TamSP21 | 12,54 | 9,59 | 1871,74 | 37,65 | 1,02 | 73,33 | 4,47 |
| DP 16 x Cabuy | 12,10 | 8,89 | 1733,68 | 33,72 | 1,01 | 77,00 | 4,10 |
| DP16 x Stonev | 11,42 | 8,95 | 1896,21 | 35,07 | 1,04 | 72,67 | 4,27 |
| DP 16 x Ospino | 13,19 | 9,35 | 1268,70 | 35,13 | 1,08 | 75,00 | 4,40 |
| DP 16 x Alcala | 11,66 | 8,76 | 1254,58 | 32,58 | 1,04 | 75,00 | 4,00 |
| TamSP21 x Cabuy | 12,08 | 7,94 | 1787,08 | 35,44 | 1,01 | 72,00 | 4,03 |
| TamSP21 x Stonev | 11,57 | 8,18 | 1520,38 | 37,19 | 1,03 | 73,33 | 3,87 |
| TamSPSP21 x Ospino | 11,93 | 7,97 | 1593,67 | 38,02 | 1,04 | 80,00 | 4,23 |
| TamSP21 x Alcala | 10,44 | 7,60 | 936,18 | 37,44 | 1,03 | 78,00 | 4,27 |
| Cabuy x Stonev | 11,89 | 9,08 | 2348,68 | 35,07 | 1,06 | 71,00 | 4,07 |
| Cabuy x Ospino | 11,76 | 10,31 | 1590,06 | 32,42 | 1,00 | 74,67 | 4,47 |
| Cabuy x Alcala | 11,72 | 7,92 | 1645,88 | 36,36 | 1,03 | 71,33 | 4,10 |
| Stonev x Ospino | 11,23 | 10,88 | 1611,53 | 32,62 | 0,97 | 71,33 | 4,47 |
| Stonev x Alcala | 11,13 | 10,40 | 1093,34 | 29,90 | 0,95 | 72,33 | 4,03 |
| Ospino x Alcala | 11,41 | 8,10 | 1143,65 | 38,59 | 1,01 | 77,00 | 4,40 |

Cuadro 3. Porcentaje de heterosis sobre el mejor padre del cruce (heterobeltiosis) de varios caracteres vegetativos y reproductivos de 15 híbridos de algodón en Jusepín, Edo. Monagas (números en paréntesis indican los valores en relación al mejor padre del ensayo).

| Híbridos | Inicio de Floración (días) | Altura de planta (cm) | Diámetro de tallo (cm) | Ramas con flores/planta (#) | Fructificación Efectiva (%) | Flores Formadas (%) |
|--------------------|----------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------|
| DP 16 x TamSP21 | -4,56 | ns | 31,19 (15,32) | 46,48 | ns | 48,88 |
| DP 16 x Cabuy | 8,98 | ns | ns | 38,89 (26,82) | -20,86 | ns |
| DP16 x Stonev | 2,73 | ns | 21,31 (19,35) | ns | ns | ns |
| DP 16 x Ospino | 2,18 | ns | ns | 46,72 | -20,52 | 44,22 |
| DP 16 x Alcalá 90 | 21,43 | ns | ns | 39,12 | ns | 42,73 |
| TamSP21 x Cabuy | 9,57 | ns | ns | ns | ns | ns |
| TamSP21 x Stonev | 7,44 | -32,24 | -17,21 | -25,17 | ns | ns |
| TamSPSP21 x Ospino | 7,44 | ns | ns | ns | ns | ns |
| TamSP21 x Alcalá | 5,84 | -29,21 | ns | ns | ns | ns |
| Cabuy x Stonev | 11,37 | ns | 31,45 (31,45) | ns | -35,53 | 49,09 (49,09) |
| Cabuy x Ospino | -8,98 | ns | ns | ns | ns | ns |
| Cabuy x Alcalá | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| Stonev x Ospino | 8,74 | ns | 22,95 (20,97) | 36,33 (36,33) | ns | 55,20 (52,02) |
| Stonev x Alcalá | 29,22 | 22,92 (22,92) | 18,85 (16,94) | ns | ns | 35,25 (32,48) |
| Ospino x Alcalá | 37,02 | ns | ns | ns | ns | ns |

Cuadro 4. Porcentaje de heterosis sobre el mejor padre del cruce (heterobeltiosis) de varios componentes del rendimiento del algodón y caracteres de la fibra de 15 híbridos en Jusepín, Edo. Monagas (números en paréntesis indican los valores en relación al mejor padre del ensayo).

| Híbridos | Peso de 100 semillas (g) | Peso de bellota (g) | Rendimiento de algodón en rama (kg/ha) | Contenido de fibra (%) | Longitud de fibra (pulg) | Resistencia de fibra (10^3 lb/p ²) | Finura de fibra (μ m) |
|---------------------|--------------------------|---------------------|--|------------------------|--------------------------|---|----------------------------|
| DP 16 x TamSP21 | ns | ns | ns | ns | ns | ns | 9,02 |
| DP 16 x Cabuy | ns | ns | ns | ns | -3,81 | ns | ns |
| DP16 x Stonev | ns | ns | ns | ns | ns | ns | -3,61 |
| DP 16 x Ospino | ns | ns | ns | ns | 4,85 | -5,86 | 7,32 |
| DP 16 x Alcalá 90 | ns | ns | ns | -18,41 | ns | -5,46 | -10,51 |
| TamSP21 x Cabuy | ns | ns | ns | ns | -3,81 | -7,69 | ns |
| TamSP21 x Stonev | ns | ns | ns | ns | ns | ns | -12,64 |
| TamSPSP21 x Ospino | ns | ns | ns | ns | ns | ns | 5,75 |
| TamSP21 x Alcalá 90 | ns | ns | -72,37 | ns | ns | ns | -4,47 |
| Cabuy x Stonev | ns | ns | 58,52 (45,55) | ns | ns | -8,97 | -8,13 |
| Cabuy x Ospino | ns | 19,88 | ns | -14,14 | -4,76 | -6,28 | 7,19 |
| Cabuy x Alcalá 90 | ns | ns | ns | ns | ns | -10,08 | -8,28 |
| Stonev x Ospino | ns | 25,78 (19,43) | ns | -13,61 | -3,96 | -10,47 | ns |
| Stonev x Alcalá 90 | ns | 20,23 | ns | -25,12 | -10,38 | -8,82 | -9,84 |
| Ospino x Alcalá 90 | ns | ns | ns | ns | -4,72 | ns | ns |

DISCUSIÓN

Se encontró heterobeltiosis significativa tanto sobre el mejor padre del cruce como sobre el mejor padre del ensayo para el diámetro del tallo y la altura de la planta, demostrándose el vigor híbrido que existe en el algodón, principalmente

al aumento en tamaño de los híbridos con respecto a sus padres. También se encontraron valores de heterobeltiosis negativa sobre el mejor padre del cruce para estos dos caracteres. Mirza (1986) en un ensayo dialélico 7 x 7 con cinco cultivares foráneos y dos nativos en Pakistán encontró una heterosis positiva para la altura de la planta con

un rango de 1,17 a 67,33 % y también encontró que algunos cruces mostraron valores negativos de heterobeltiosis para la altura de la planta. Rajput et al. (1997) realizaron cruzamientos de prueba entre 17 cultivares homocigóticos de algodón asiático (*G. arboreum* L.) y encontraron un grado significativo de heterosis sobre el promedio de los padres, mejor padre en el ensayo y la variedad control AKA-8401 para la altura de planta.

La precocidad es uno de los principales objetivos del mejoramiento del algodón, esto permite que la cosecha se efectúe antes de que sufra daños por condiciones climatológicas desfavorables reduciendo las pérdidas debidas al ataque de insectos y enfermedades (Poelhman, 1981). En este ensayo se encontró que dos de los híbridos fueron más precoces que sus variedades parentales (Deltapine 16 x Tamcop SP-21 y Cabuyare x Ospino). Se encontró, asimismo, que la heterobeltiosis para precocidad varió - 4,56 % a 37,02 %. Similares resultados fueron reportados por Rajput et al. (1997) quienes encontraron que los días a primera floración y 50 % de floración exhibieron niveles de heterosis de medios a bajos. Se encontró heterobeltiosis significativa tanto sobre el mejor padre del cruce como sobre el mejor padre del ensayo para el número de ramas fructíferas por planta. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Khan y Hydayat (1980), Ahmad et al. (1980) y Bhat y Rao (1981), quienes en estudios similares encontraron heterosis positiva en híbridos de primera generación, provenientes de cruces dialélicos, para ramificaciones fructíferas por planta.

Sólo se encontró heterobeltiosis positiva significativa tanto sobre el mejor padre del cruce como sobre el mejor padre del ensayo para el peso de la bellota. Resultados similares han sido reportados por numerosos investigadores (Mirza, 1986; Hapase et al., 1987; Ansari, 1994; Carvalho et al., 1994; Rajput et al., 1997). Se encontró heterobeltiosis significativa tanto sobre el mejor padre del cruce como sobre el mejor padre del ensayo para el rendimiento de algodón en rama/ha. En estudios similares Krishnamurthy y Henry (1979), encontró efectos de heterosis positiva, comparada con el promedio de los padres, para el rendimiento de algodón en rama en 52 híbridos obtenidos a partir de 13 variedades de

Gossypium hirsutum con 4 variedades de *G. barbadense*. De igual forma Ud-Din et al. (1980) encontraron efectos heteróticos hasta un 93,97 % sobre el promedio de los padres para el carácter rendimiento de algodón en rama. Otros autores han reportado una heterobeltiosis positiva para el rendimiento de algodón en rama (Mirza, 1986; Hapase et al., 1987; Phundan-Singh y Narayanan 1990; Ansari 1994; Rajput et al., 1997).

En cuanto a las propiedades de la fibra, sólo se encontró heterobeltiosis negativa para el porcentaje de fibra, lo cual coincide con los resultados obtenidos por Marani (1968), quien encontró que el porcentaje de fibra en los híbridos F₁, provenientes de cruces dialélicos de algodón, fue más bajo que el promedio de los padres. Sin embargo, Khan (1986) encontró valores de heterosis sobre el promedio de los padres de 0,75 a 16,3 % y Ansari (1994) encontró que la mayoría de los híbridos evaluados mostraron heterobeltiosis para el porcentaje de fibra. Ahmed et al. (1994) encontraron valores de heterosis en un rango de 0,28 a 10,5 %. Se encontró heterobeltiosis tanto negativa como positiva para la longitud de la fibra. La manifestación de heterosis para este carácter ha sido comprobada por Khan y Hidayat (1980) y Gesos y Pulatov (1980) quienes también trabajaron con seis variedades de algodón y sus 15 híbridos, encontrando sobredominancia para la longitud de la fibra en 7 de los híbridos. Otros investigadores (Khan, 1986; Ansari, 1994; Ahmed et al., 1994) han encontrado una heterosis positiva para este carácter.

La resistencia de la fibra sólo mostró heterobeltiosis negativa significativa con respecto al mejor padre en el cruce, variando de - 5,46 a -10,47 %. Ahmed et al. (1994) trabajaron con 12 variedades de algodón y encontraron efectos heteróticos en un rango de 0,6 a 2,3 % para este carácter. La finura de la fibra varió entre - 12,64 a 9,02 %, resultados diferentes fueron reportados por Ahmed et al. (1994) quienes encontraron efectos heteróticos en un rango de 9,1 a 14,1 % para este carácter.

Estos resultados demuestran la presencia de heterobeltiosis para el rendimiento de algodón en rama/ha y otros caracteres biométricos así como la posibilidad del uso agronómico de este fenómeno de manera de incrementar la productividad en este

rubro. Por otra parte, estos resultados también indican que la heterobeltiosis fue mayormente negativa para la calidad de la fibra y que el híbrido Cabuyare x Stoneville con la mayor heterobeltiosis para rendimiento de algodón en rama/ha (58,52 %) y 2.348,68 kg/ha presentó una heterobeltiosis de -8,97 % para la resistencia de la fibra, con el menor valor (71.000 lb/pulg²). Estos resultados sugieren que los cultivares utilizados en la producción de las combinaciones híbridas (Deltapine 16, Tamcop SP-21, Cabuyare, Stoneville, Ospino y Alcalá 90), presentaron una baja capacidad combinatoria específica para los caracteres de la fibra y el rendimiento de algodón en rama/ha y que sólo la combinación Cabuyare x Stoneville pudiera ser útil en la producción de híbridos F₁ de algodón. Estos resultados demuestran la importancia de la selección de los parentales para lograr un buen comportamiento agronómico de sus híbridos y que deben seleccionarse aquellas combinaciones híbridas que presenten una heterobeltiosis positiva para rendimiento de algodón en rama/ha y la calidad de la fibra cuando estas puedan ser obtenidas.

AGRADECIMIENTO

Al Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente por el soporte financiero mediante el Proyecto C.I.-003-006-00469/91-94 y al Fondo de Desarrollo Algodonero por los análisis de calidad de la fibra.

LITERATURA CITADA

1. Ahmad K, I.; I. Ahmad K. y M. Ahmad. 1980. Study of gene action and combining ability in various characters of cotton (*Gossypium hirsutum* L.). Pakistan cottons 24 (3): 217-274.
2. Ahmed, S., A. Hussain, N. Muhammad y A. Rashid. 1994. Heterosis studies on quality traits in intraspecific crosses of *Gossypium hirsutum* L. Pakistan Journal of Scientific and Industrial Research 37 (4): 153-155.
3. Ansari, B. A. 1994. Heterotic performance of intraspecific hybrids of *Gossypium hirsutum* L. Sarhad Journal of Agriculture 10 (6): 681-686.
4. Arturi, M. 1984. El algodón. Mejoramiento genético y técnica de su cultivo. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires.
5. Bhatade, S. S. y S. R. Rajeswar. 1994. Heterobeltiosis and standard heterosis for yield and quality characters in some *G. Hirsutum* crosses. Madras Agricultural Journal 81 (1): 34-35.
6. Bhatt, J. G. y M. R. K. Rao. 1981. Heterosis in growth and photosynthetic rate in hybrids of cotton. Euphytica 30 (1): 129-133.
7. Carvalho, L. P. de, C. F. de Moraes y C. D. Cruz. 1994. Capacidade de combinacao e heterose em algodoeiro herbaceo. Revista Ceres 41 (237): 514-527.
8. Duhoon, S. S. 1990. Heterobeltiosis and exploitable heterosis for yield in 9 parent diallel crosses of American cotton (*Gossypium hirsutum* L.). Journal of the Indian Society for Cotton Improvement 15 (2): 80-87.
9. Gu, H. J., Z. Q. Dong, Y. Z. Lin, Z. S. Li, G. C. Huang y S. P., Cui. 1994
 - a. Preliminary report on the mechanism of adverse resistance of hybrid cotton. China Cottons 21 (7): 11-12.
10. Gu, H. J., Z. Q., Dong, G. C., Huang, S. P. Cui y X. B. Pan, 1994b. Studies on physiology and biochemistry mechanism of high-yield and stress-resistance of upland cotton intervarietal hybrid Za 29. Acta Agriculturae Boreale Sinica 9: Supplement, 42-45.
11. Hapase, R. S., N. N. Vadne, y M. V. Thombre 1987. Heterosis in Egyptian cotton. Journal of Maharashtra Agricultural Universities 12 (2): 227-228
12. Khan, M. A. 1986. Estimation of heterosis, heterobeltiosis and inbreeding depression of

- quality traits in some intrahirsutum crosses. Pakistan Cottons 30 (1): 39-45.
13. Khan, M. y A. Hidayat. 1980. Hybrid vigour for seed cotton yield and its components in *Gossypium hirsutum* L. crosses. Pakistan cottons 24 (3): 225-239.
 14. Krishnamurthy, R. y S. Henry. 1979. Line x tester analysis of combining ability and heterosis in *Gossypium hirsutum* x *G. barbadense* crosses. Indian Journal of Agricultural Sciences. 49 (7): 492-499.
 15. León D, J.; S. Vilain., L. Vilain and H. Quintana. 1980. Repercusión de la tecnología en el desarrollo de los principales rubros de producción en Venezuela: Algodón. FONAIAP, Maracay, 232 p.
 16. Marani, A. 1968. Heterosis and inheritance of quantitative characters in interspecific crosses of cotton. Crop Science 8 (3): 299-305.
 17. Mirza, S. H. 1986. Heterosis and heterobeltiosis estimates for plant height, yield and its components in intraspecific diallel crosses of *G. hirsutum* L. Pakistan Cottons 30 (1): 13-22.
 18. Phundan-Singh y S. S. Narayanan. 1990. Expresion of heterosis in interspecific crosses of diploid cottons. Journal of the Indian Society for Cotton Improvement 15 (1): 40-42.
 19. Poehlman, J. 1981. Mejoramiento Genético de las Cosechas. Editorial Limusa, México.
 20. Rajput, J. P., L. D., Meshram, H. V., Kalpande, S. R. Golhar y S. Bharad 1997. Heterosis studies in Asiatic cotton (*Gossypium* spp.). Journal of Soils and Crops 7 (2): 166-170
 21. Rashid, A., A. Mahmood y A. A. Khan. 1990. Heterosis and heterobeltiosis studies for quality characters in intraspecific crosses of *Gossypium hirsutum* L. Pakistan Journal of Scientific and Industrial Research 32 (5): 333-335.
 22. Singh, B. D. 1994. Plant Breeding. Principles and methods. Kalyani Publishers. Ludhiana, India.
 23. Tikka, S. B., S. N. Badaya, R. R. Patel y N. P. Menta. 1980. Genetics parameters and association analysis in segregating populations of interspecific crosses of diploid cotton. Gujarat Agricultural University Research Journal. 5 (2): 1-4.
 24. Ud-Din, M., F. Azhar y H. Rana. 1980. Heterosis and combining ability in intraspecific crosses of *Gossypium hirsutum* L.: yield and its components. Pakistan Cottons 24 (4): 306-315.