

Longitudes cromosómicas
de dos cultivares de *Gossypium hirsutum* L. y dos
ecotipos de *Gossypium barbadense* L.

Chromosome lengths of two cultivars
of *Gossypium hirsutum* L. and two ecotypes of
Gossypium barbadense L.

H. E. FERRER-PEREIRA¹

J. R. MÉNDEZ-NATERA²

N. C. ALCORCÉS-DE-GUERRA²

El género *Gossypium*, miembro de la familia Malvaceae, cuenta con más de 20 especies distribuidas por el mundo, todas ellas de origen tropical y de regiones de temperaturas cálidas, entre las que encontramos plantas anuales, bienales y perennes, herbáceas, arbustivas y arbóreas. Cuatro especies han sido domesticadas y de éstas, *Gossypium hirsutum* L. se ha convertido en la especie comercial predominante en la producción mundial de algodón. Las otras especies cultivadas son *G. barbadense* L., *G. herbaceum* L. y *G. arboreum* L. (ROBERTSON, 2004).

Se han reconocido sólo 20 especies de algodón clasificados de acuerdo a su número cromosómico y distribución geográfica de origen. De las 20 especies de algodón, nueve pertenecen al Viejo Mundo (Asia, África y Australia), con un número cromosómico de $2n = 26$ cromosomas grandes, de estas nueve especies sólo se cultivan comercialmente dos, (*G. arboreum* y *G. herbaceum*). Las 11 especies restantes pertenecen al Nuevo Mundo (Continente Americano), de ellas ocho poseen número

¹Gerencia de Investigación y Desarrollo. Fundación Instituto Botánico de Venezuela. Apartado Postal 2156, Caracas 1010-A. Venezuela. E-mail: hferrerp@gmail.com y ²Departamento de Agronomía, Escuela de Ingeniería Agronómica, Núcleo de Monagas, Universidad de Oriente. Avenida Universidad, Campus Los Guaritos, Maturín, 6201, estado Monagas, Venezuela. E-mails: nildafel@gmail.com y jmendezn@cantv.net.

cromosómico $2n = 26$ de tamaño pequeño, las otras tres poseen número cromosómico $2n = 52$, (*G. hirsutum*, *G. barbadense* y *G. tomentosum*), cultivándose comercialmente sólo las dos primeras. (POEHLMAN, 1987).

El algodón de tierras altas (*G. hirsutum*) es una especie alotetraploide de constitución genómica $2(AD)_1$ ($2n=52$), producido de la hibridización de *G. herbaceum* ($2n=26, A_1$) \times *G. thurberi* ($2n=26, D_1$; 9). *G. hirsutum* junto con *G. barbadense* actualmente dominan la producción mundial de algodón (ENDRIZZI, TURCOTTE & KOHEL, 1984). Los genomas de *G. hirsutum* individualmente son referidos como A_h y D_h y sus cromosomas como H1-H13 y H14-H26, respectivamente. Los cromosomas del genoma A son relativamente más grandes que aquellos del genoma D y el apareamiento se realiza solamente dentro de los miembros de cada genoma (MENZEL & BROWN, 1978).

Cuatro especies del género *Gossypium* suplen el comercio mundial del algodón; el 95% de esa producción se obtiene de *G. hirsutum*, 4% de *G. barbadense* y 1% de *G. arboreum* y *G. herbaceum*. Por la longitud de las fibras, el comercio de algodones cultivados se distingue en algodones de fibra media a larga, de 2,5 a 3,5 cm, como las de *G. hirsutum*; extralargas, de más de 3,5 cm, como las de *G. barbadense*, y cortas, de menos de 2,2 cm, como las de *G. arboreum* y *G. herbaceum*, (LEÓN, 1987). *Gossypium hirsutum* es, de las dos especies de fibra larga, la que ocupa mayor superficie sembrada en todo el mundo, debido a que presenta una serie de características competitivas, tales como corto período vegetativo, resistencia a ciertas enfermedades y la dehiscencia de las cápsulas se inicia más pronto.

POEHLMAN (1987) menciona que se han realizado experimentos para explicar el probable origen de la aloploidía, en las especies de *Gossypium* del Nuevo Mundo, cruzando *G. arboreum* (tipo asiático cultivado, $2n = 26$) \times *G. thurberi* (tipo americano silvestre, $2n = 26$) y duplicando el número cromosómico del híbrido estéril usando colchicina. El anfidiplóide resultante ($2n = 52$) se cruzó y produjo híbridos parcialmente fértiles con algodones tetraploides del Nuevo Mundo. Existe un alto grado de homología cromosómica entre las especies con el mismo número de cromosomas y de la misma región geográfica. Dicha homología no es completa, lo que indica que el complemento cromosómico se ha diferenciado en cierto grado.

La morfología cromosómica y las descripciones del cariotipo de las especies proporcionan diversos tipos de información, desde el avance evolutivo hasta la comprensión de las diferencias morfológicas entre especies de un mismo género, tal como lo demuestran CHENNAVEERAI AH & PATIL (1973) mientras estudiaban el número cromosómico y del cariotipo de ocho especies de *Crotalaria*. MAHMOODI KORDI *et al.* (2006)

indicaron que se han realizado muchos estudios citológicos en el género *Cicer*, pero que no está bien documentado un estudio comparativo de la morfología cromosómica entre genotipos en *Cicer arietinum*, los autores indicaron que la información entre cultivares o genotipos y la diversidad genética en el germoplasma disponible es importante para el diseño óptimo de programas de mejoramiento en garbanzo. Se puede decir exactamente lo mismo para el caso de las dos especies de algodón evaluadas en este ensayo (*G. hirsutum* y *G. barbadense*).

Todos los cromosomas se clasificaron como submetacéntrico a excepción de los cromosomas 17, 19, 22, 23 y 25 que fueron metacéntricos. NIE & LI (1985) reportaron valores entre 1,14 (cromosoma 2) y 3,11 (cromosoma 12) para el arm ratio en *G. hirsutum* con 16 cromosomas metacéntricos, nueve submetacéntricos y uno subtelocéntrico, mientras que para *G. barbadense* los valores de arm ratio variaron de 1,14 (cromosoma 22) a 3,10 (cromosoma 12) con 19 cromosomas metacéntricos, cinco submetacéntricos y uno subtelocéntrico.

La citogenética puede ser de utilidad para conocer la posibilidad de introgresión de genes de una especie a otra, y en este caso particular, genes de *G. barbadense* hacia *G. hirsutum*, siendo éstos responsables principalmente de la calidad de la fibra, especialmente de la longitud y resistencia. El objetivo de este trabajo fue caracterizar cariotípicamente dos cultivares de *G. hirsutum* y dos ecotipos de *G. barbadense*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las semillas de cada cultivar fueron colocadas en tubos de ensayos identificados con agua destilada durante 6 horas, para acelerar el proceso de germinación por medio de la imbibición, luego se colocaron en cápsulas de Petri con papel de filtro humedecido con agua destilada para su germinación en ambiente de laboratorio. Se escogieron las raíces con longitud entre 1 y 2 cm para realizar los estudios cariotipo.

Una vez identificada la hora mitótica en los cultivares y ecotipos se procedió a determinar el número cromosómico utilizando el método de KAWANO (1965), la coloración se realizó con orceína F.L.P. al 2% y se seleccionaron las mejores células, en las cuales los cromosomas estuvieron bien dispersos en el citoplasma, midiendo en cada caso los cromosomas de cada una de las dos especies con un ocular micrométrico de 100X.

Se observaron 20 células por cada material genético para proceder a su conteo y medición, agrupándolas dentro de un diseño de bloques al azar con cinco repeticiones, donde cada repetición estuvo constituida

por cuatro células. Para determinar las longitudes de los brazos cortos, brazos largos y totales de los cromosomas se midieron con un ocular micrométrico, colocando el cero de la regleta en el centrómero dispuesta a lo largo del cromosoma, contando el número de divisiones y luego se realizó la conversión a micras según la calibración previa del microscopio.

A continuación se procedió a calcular el promedio de las longitudes para cada cromosoma en cada cultivar y en cada ecotipo de las diferentes especies.

Las microfotografías fueron realizadas con un microscopio Carl Zeiss, modelo Axioplan MC-80 con cámara fotográfica adaptable. Se utilizaron rollos de película fotográfica en blanco y negro, de 135 mm, con 100 ASA, marca AGFA.

La clasificación de los cromosomas [según el índice centromérico] se realizó siguiendo la nomenclatura utilizada por LEVAN, FREDGA & SANDBERG (1964), la cual se describe a continuación: 50,00 Metacéntrico (M); $49,99 < x < 37,50$ Metacéntrico (m); $37,49 < x < 25,00$ Submetacéntrico (sm); $24,99 < x < 12,50$ Subtelocéntrico (st); $12,49 < x < 00,00$ Telocéntrico (t).

Para comparar la longitud del brazo corto (p), longitud de brazo largo (q), longitud total del par cromosómico (p+q), de cada uno de los cultivares y ecotipos de *Gossypium hirsutum* L. y *G. barbadense* L. se aplicó un análisis de varianza con dos criterios de clasificación. A su vez se realizó una prueba de normalidad de Wilk-Shapiro, para ver si los datos cumplían con la asunción de normalidad.

Con respecto de esta última prueba, MOLINERO (2003) menciona esta prueba es la que se recomienda para contrastar el ajuste de los datos a una distribución normal, sobre todo cuando la muestra es pequeña ($n < 30$). En escala probabilística normal se representa en el eje horizontal, para cada valor observado en nuestros datos, la función de distribución o probabilidad acumulada observada, y en el eje vertical, es aquella prevista por el modelo de distribución normal. Si el ajuste es bueno, los puntos se deben distribuir aproximadamente según una recta a 45° .

Las diferencias entre las longitudes de los cromosomas de cada especie, se calcularon mediante la prueba de la Mínima Diferencia Significativa. Siendo ésta una prueba *a priori* se aplicó a cada par cromosómico y longitudes totales de la cromatina, indistintamente de la significancia de los análisis de varianza, para lograr obtener la mayor cantidad de mínimas diferencias posibles entre los *taxa* infraespecíficos que permitieron determinar las afinidades cromosómicas entre cada uno, dentro del grupo.

Las células con los cromosomas bien esparcidos en el citoplasma fueron fotografiadas, las mismas permitieron observar claramente el

número y morfología de los cromosomas; luego se copiaron en papel, se recortaron y se ordenaron por pares. Se midieron con un compás y se llevaron las relaciones a papel milimetrado, para minimizar el error de observación, luego se ordenaron por tamaño de forma decreciente, siguiendo la posición del centrómero y separándolos en grupo de acuerdo a la clasificación cromosómica de LEVAN, FREDGA & SANDBERG. (1964).

RESULTADOS

El número cromosómico observado para ambas especies de *Gossypium* fue de $2n = 52$.

LONGITUDES CROMOSÓMICAS EN *GOSSYPIUM HIRSUTUM* L. CULTIVAR CABUYARE ANÁLISIS DE VARIANZA

En el caso del cultivar Cabuyare se observaron diferencias estadísticas significativas para las longitudes de brazo corto, de brazo largo y longitud total (Tabla 1). Los coeficientes de variación obtenidos fueron 7,99% para longitudes de brazo corto; 5,33% para longitudes de brazo largo; 3,25% para longitud total.

Los resultados de la prueba de Wilk-Shapiro (datos no mostrados) permitieron detectar que los datos no seguían una distribución normal para los caracteres longitud del brazo corto (p) por lo que se procedió a realizar las transformaciones pertinentes. Sin embargo, ninguna de las fórmulas de normalización reconocidas logró “normalizar” los datos y se aplicó la prueba de Kruskal-Wallis. RAMÓN & FERNÁNDEZ (2003) acotaron sobre estas pruebas que cuando la variable de estudio no cumple las condiciones de aplicabilidad del análisis de varianza pueden utilizarse pruebas estadísticas no paramétricas. Estas pruebas tienen menos potencia que el análisis de varianza y no realizan contrastes sobre las medias, sino sobre las medianas.

Tabla 1. Análisis de varianza de las longitudes cromosómicas del cultivar Cabuyare de *Gossypium hirsutum* L.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Cuadrados Medios		
		p	q	p+q
Bloque	4	0,12936 *	0,19873 *	0,64144 *
Cromosoma	25	0,23195 *	0,47528 *	1,35806 *
Error Experimental	100	0,00506	0,00526	0,00682
Total	129			
CV %		7,99	5,33	3,67

*: Significativo ($p \leq 0,05$).

ANÁLISIS DE PROMEDIOS

En la tabla 2 se muestra el análisis de promedios de las longitudes cromosómicas obtenidas para este cultivar. Se puede apreciar que las longitudes de brazo corto presentan dos ordenamientos de valores. Los que se observan fuera del paréntesis se refieren a un ordenamiento obtenido al aplicar la prueba de promedios, luego de la respectiva aplicación de la prueba de Kruskal-Wallis. Los valores dentro de paréntesis se refieren a los promedios originales observados.

Para la longitud de brazo corto (p), se distinguen cinco grupos de medias donde el par 1 muestra el mayor valor promedio: 1,348 μm , siendo estadísticamente similar a los pares 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 y 20. El par 2 es estadísticamente similar a los pares 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20 y 21, y de mayor valor promedio que el resto de los pares del conjunto. El valor mínimo observado es de 0,563 μm (par 26) Es de hacer notar que los pares 13 y 14 tienen el mismo valor promedio: 0,861 μm .

La tabla 2 muestra que para las longitudes de brazo largo se observaron 15 grupos de medias. Siendo que el par 1 presenta el mayor valor promedio (1,943 μm) y es estadísticamente similar al par 2. Éste a su vez, es similar al par 3 y de mayor valor promedio. El par 3 es estadísticamente diferente del par 4 y de mayor valor promedio que los demás pares del conjunto. Las longitudes del brazo largo para los pares 15 y 16 presentan los mismos valores: 1,298 μm , siendo estadísticamente similares entre sí y similares a los pares 13, 14 y 17. En cuanto a longitudes totales, se distingue que el par 1 presenta el mayor valor promedio de todo el complemento (3,301 μm) y es estadísticamente diferente de todos los otros pares. El par 2 es similar al par 3 y de mayor valor promedio que los demás pares. Éste último es, a su vez, similar estadísticamente al par 4, pero ambos son distintos del par 5, y de mayor valor promedio. La menor longitud total observada corresponde al par 26: 1,365 μm .

FÓRMULA CAROTÍPICA E IDIOGRAMA

La fórmula cariotípica propuesta según el sistema de LEVAN, FREDGA & SANDBERG (1964), es 25m + 1sm. En el idiograma para este cultivar (Fig. 1) se observa que las longitudes promedios del brazo corto son apenas mayores de 0,50 μm y menores de 1,50 μm , y las longitudes promedio del brazo largo son mayores de 0,75 μm pero menores de 2,00 μm . Las longitudes totales son un poco mayores de 3,25 μm y menores de 1,50 μm . Se distingue que sólo el par 17 es submetacéntrico.

LONGITUDES CROMOSÓMICAS EN *GOSSYPIMUM HIRSUTUM* L. CULTIVAR DELTAPINE-16

ANÁLISIS DE VARIANZA

El análisis de varianza indicó diferencias estadísticas significativas para todos los parámetros evaluados (Tabla 3). Para los valores de

longitudes de brazo corto y longitudes totales se aplicó la prueba de Kruskal-Wallis (datos no mostrados) debido a la no normalidad en la distribución de los datos para estos parámetros, y aún así se detectaron diferencias significativas entre longitudes cromosómicas. Los coeficientes de variación obtenidos fueron: 7,80% para longitudes de brazo corto; 5,59% para longitudes de brazo largo; 2,04% para longitud total.

Tabla 2. Promedios para longitud de brazo corto (p), longitud del brazo largo (q) y longitud total (p+q) para el cultivar Cabuyare de *Gossypium hirsutum* L.

Par	p	q	p+q
1	125,90 a † (1,358) ‡	1,9430 a	3,3014 a
2	116,30 ab (1,248)	1,8626 ab	3,1071 b
3	115,60 ab (1,245)	1,7923 b	3,0401 b
4	110,00 abc (1,163)	1,6951 c	2,8576 c
5	100,70 abcd (1,087)	1,6918 c	2,7789 cd
6	98,30 abcd (1,079)	1,6465 cd	2,7252 d
7	88,60 abcde (1,037)	1,5745 de	2,5845 e
8	94,80 abcd (1,010)	1,5176 ef	2,5544 e
9	86,40 abcde (0,972)	1,5226 ef	2,4941 ef
10	80,70 abcde (0,936)	1,5092 ef	2,4455 f
11	82,60 abcde (0,955)	1,4405 fg	2,9353 fg
12	73,90 abcde (0,916)	1,4053 gh	2,3216 gh
13	67,70 abcde (0,861)	1,3819 ghi	2,2428 hi
14	67,70 abcde (0,861)	1,3233 hij	2,1842 ij
15	59,80 abcde (0,831)	1,2981 ij	2,1289 j
16	50,20 abcde (0,784)	1,2981 ij	2,0820 jk
17	41,50 abcde (0,739)	1,2780 jk	2,0167 kl
18	51,40 abcde (0,777)	1,1926 l	1,9698 lm
19	37,80 abcde (0,7246)	1,1708 l	1,8944 mn
20	39,00 abcde (0,729)	1,1022 l	1,8308 no
21	28,20 bcde (0,677)	1,1072 l	1,7839 op
22	29,80 bcde (0,690)	1,0100 m	1,7001 pq
23	21,60 cde (0,657)	0,9849 m	1,6415 q
24	18,00 de (0,635)	0,9698 mn	1,6046 qr
25	12,30 de (0,625)	0,8827 no	1,5075 r
26	4,20 e (0,563)	0,8024 o	1,3652 s
MDS	90,175 (0,089)	0,0910	0,1036
CV%	(7,990)	5,33	3,67

† Letras diferentes indican promedios diferentes, según la prueba de la Mínima Diferencia Significativo (MDS) ($p \leq 0,05$); ‡ Las mediciones originales para longitud de brazo corto se muestran entre paréntesis y fueron analizados por Kruskal-Wallis.

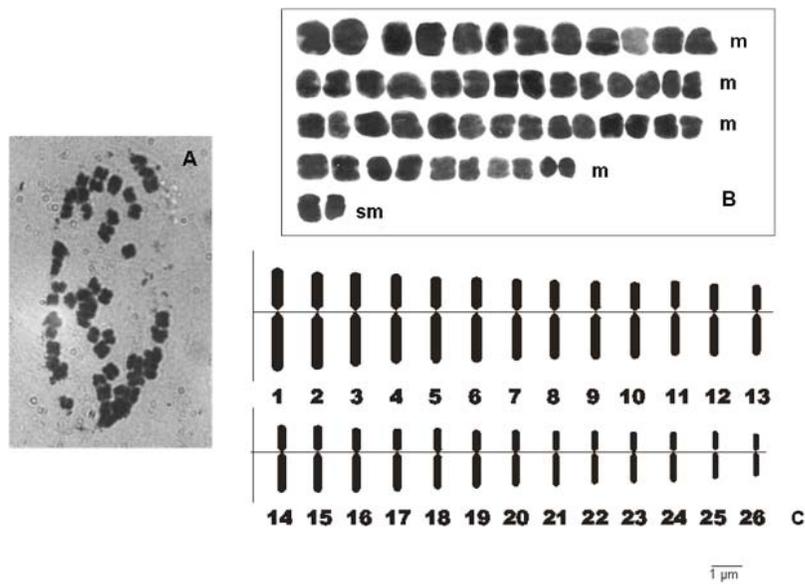


Fig. 1. Célula cariotipable (A), cariotipo (B) e idiograma (C) de *Gossypium hirsutum* L. cultivar Cabuyare.

Tabla 3. Análisis de varianza de las longitudes cromosómicas del cultivar Deltapine 16 de *Gossypium hirsutum* L.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Cuadrados Medios		
		p	q	p+q
Bloque	4	0,01643 *	0,02181 *	0,00103 *
Cromosoma	25	0,23829 *	0,56601 *	0,03914 *
Error Experimental	100	0,00448	0,00572	0,00007
Total	129			
CV %		7,80	5,59	2,04

*: Significativo ($p \leq 0,05$).

ANÁLISIS DE PROMEDIOS

El análisis de promedios para las longitudes cromosómicas del cultivar Deltapine-16 (Tabla 4) en el cual se distinguen dos grupos de datos ordenados para las longitudes de brazo corto y longitudes totales.

Tabla 4: Promedios para longitud de brazo corto (p), longitud del brazo largo (q) y longitud total (p+q) para *Gossypium hirsutum* L. cultivar Deltapine-16.

Par	p	q	p+q
1	127,8 a † (1,337)‡	1,943 a	0,5774 a (3,280)§
2	115,5 ab (1,186)	1,936 a	0,5589 b (3,122)
3	116,4 ab (1,194)	1,817 b	0,5454 c (3,012)
4	110,2 ab (1,154)	1,734 bc	0,5298 d (2,888)
5	108,4 abc (1,126)	1,687 cd	0,52 d (2,812)
6	91,6 abcde (0,990)	1,722 c	0,5066 e (2,712)
7	102,3 abcd (1,077)	1,544 e	0,4943 f (2,621)
8	89,3 abcde (0,970)	1,593 de	0,486 fg (2,563)
9	90,5 abcde (0,980)	1,523 ef	0,4773 g (2,502)
10	87,2 abcde (0,950)	1,447 fg	0,4619 h (2,937)
11	80,8 abcde (0,901)	1,419 gh	0,4501 i (2,32)
12	79,2 abcde (0,874)	1,372 ghi	0,4386 j (2,246)
13	69,7 abcde (0,812)	1,355 hij	0,426 k (2,166)
14	55,9 abcde (0,754)	1,330 hij	0,4122 l (2,084)
15	48,9 abcde (0,74)	1,303 ijk	0,4054 lm (2,044)
16	54,3 abcde (0,734)	1,251 jkl	0,3952 mn (1,985)
17	46,1 abcde (0,700)	1,236 jkl	0,3867 no (1,936)
18	39,7 abcde (0,687)	1,224 kl	0,3821 op (1,911)
19	46,9 abcde (0,702)	1,166 lm	0,3743 p (1,868)
20	34,4 bcde (0,673)	1,106 mn	0,3577 q (1,779)
21	28,6 bcde (0,660)	1,065 n	0,3473 q (1,725)
22	19,8 cde (0,642)	1,022 no	0,3351 r (1,663)
23	29,2 bcde (0,663)	0,96 o	0,3269 r (1,623)
24	17,3 de (0,633)	0,863 p	0,3 s (1,496)
25	7,80 e (0,593)	0,796 pq	0,2761 t (1,389)
26	5,2 e (0,576)	0,754 q	0,2619 u (1,33)
LDS	90,72 (0,084)	0,095	0,0108 (0,049)
CV%	(7,800)	5,99	(2,040)

† Letras diferentes indican promedios diferentes, según la prueba de MDS (pd'' 0,05)‡ Las mediciones originales para longitud de brazo corto se muestran entre paréntesis y fueron analizadas por Kruskal-Wallis§ Las longitudes totales obtenidas se muestran entre paréntesis y fueron analizadas luego de la transformación por log (X+0,5)

Para el caso de las longitudes del brazo corto (p) se observan dos ordenamientos de datos los cuales corresponden al resultado de la prueba de Kruskal-Wallis y a los valores originales, señalados entre paréntesis. En tabla 2 se distingue el mayor valor observado para este parámetro:

1,337 μm (par 1); y el menor valor: 0,576 μm (par 26). El par 1 resultó ser estadísticamente similar a los pares 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 y 19. Los pares 2, 3 y 4 son estadísticamente similares entre sí y comparten ámbitos de similitud con los pares 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21 y 23, y son de mayor valor promedio que el resto de los pares del complemento. La Prueba de Mínima Diferencia Significativa detectó para las longitudes del brazo largo (q) que los pares 1 y 2 son estadísticamente similares entre sí, siendo el par 1 el de mayor valor promedio en todo el complemento (1,943 μm). El par 3 es estadísticamente similar al par 4, y éste a su vez, comparte ámbito de similitud con los pares 5 y 6, y es de mayor valor promedio que los demás pares observados (Tabla 4). Para las longitudes totales (p+q) se observan dos grupos ordenados de valores, correspondiendo con la prueba MDS para los valores transformados y para los observados originalmente, señalados entre paréntesis. Se distinguen 21 grupos de medias y los cuatro primeros pares cromosómicos son estadísticamente diferentes entre sí, siendo el par 1 el de mayor

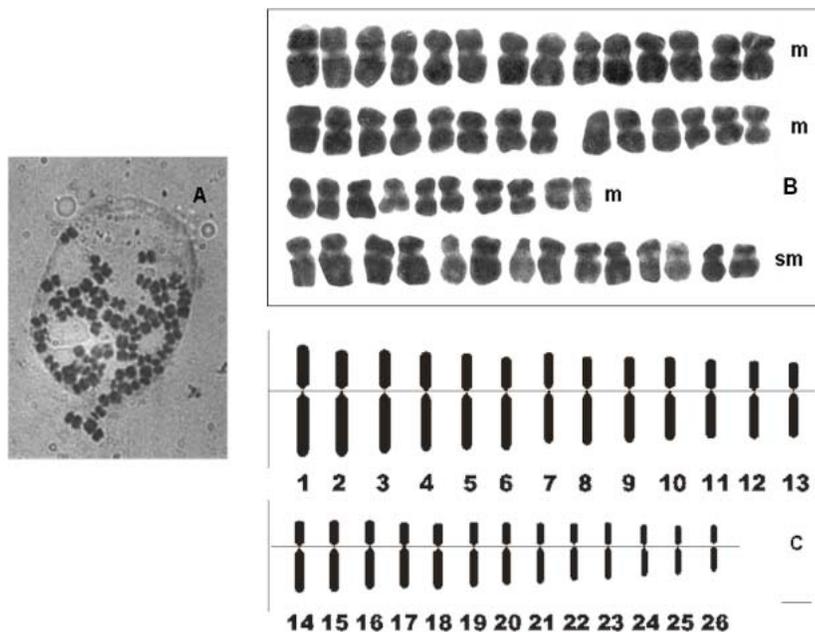


Fig. 2. Célula cariotipable (A), cariotipo (B) e idiograma (C) de *Gossypium hirsutum* L. cultivar Deltapine 16.

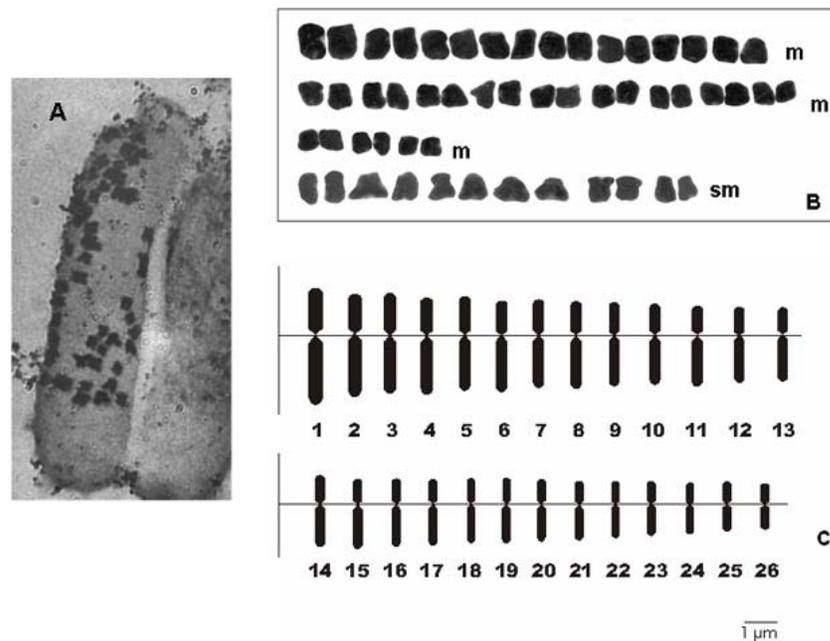


Fig. 3 Célula cariotipable (A), cariotipo (B) e idiograma (C) de *Gossypium barbadense* L. ecotipo Fibra Blanca.

valor promedio de todo el conjunto (3,280 μm), y el par 26 presenta el menor valor: 1,330 μm . (Tabla 4).

FÓRMULA CARIOTÍPICA E IDIOGRAMA

La fórmula cariotípica propuesta es $19m + 7sm$. En la Fig. 2, se observa el idiograma para este cultivar. Las longitudes promedio de brazo corto oscilan entre 0,50 μm y 1,50 μm ; mientras que las longitudes promedio de brazo largo van de 0,75 μm hasta casi 2,00 μm . Las longitudes totales son mayores de 1,25 μm y ligeramente menores de 3,50 μm . Las proporciones entre los brazos indican que los pares 6, 13, 14, 15, 16, 17 y 18 son submetacéntricos y el resto son metacéntricos, de acuerdo con LEVAN, FREDGA & SANDBERG (1964).

LONGITUDES CROMOSÓMICAS EN *GOSSYPIMUM BARBADENSE* L. ECOTIPO FIBRA BLANCA ANÁLISIS DE VARIANZA

El análisis de varianza para los parámetros y longitudes cromosómicas del ecotipo Fibra Blanca se muestran en la tabla 5. Para todas las variables evaluadas se observaron diferencias significativas. La prueba de Wilk-

Tabla 5. Análisis de varianza de las longitudes cromosómicas del ecotipo Fibra Blanca de *Gossypium barbadense* L.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Cuadrados Medios		
		p	q	p+q
Bloque	4	0,02746 *	0,15540 *	0,29149 *
Cromosoma	25	0,30766 *	0,69161 *	1,88092 *
Error Experimental	100	0,00460	0,00734	0,00698
Total	129			
CV %		7,39	6,00	3,56

*: Significativo ($p \leq 0,05$).

Shapiro (datos no mostrados) detectó diferencias significativas para las longitudes de brazo corto de este ecotipo. Se realizaron las transformaciones pertinentes, pero ninguna logró “normalizar” los datos, por lo cual se aplicó la Prueba de Kruskal-Wallis. Los coeficientes de variación observados fueron: 7,39% para longitudes de brazo corto; 6,00% para longitudes de brazo largo; 3,56% para longitudes totales.

ANÁLISIS DE PROMEDIOS

En tabla 6 se observa el análisis de promedios realizado para las longitudes cromosómicas y otros parámetros de clasificación cromosómica obtenidos para Fibra Blanca.

Para el caso de longitudes de brazo corto se distingue el ordenamiento de datos como resultado de la aplicación de la Prueba de Kruskal-Wallis y entre paréntesis, los valores promedios originales. Se observan seis ámbitos de media, donde el par 1 es el de mayor valor (1,407 μm) y es estadísticamente similar a los pares 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, y 21. El par 2 es estadísticamente similar a los pares 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 20 y 21, y de mayor valor promedio que el resto de los pares del conjunto. En este ecotipo, los pares 4 y 5 presentan las mismas longitudes de brazo corto (1,186 μm).

La Prueba de Mínima Diferencia Significativa para las longitudes del brazo largo (q) detectó que los pares 1, 2 y 3 son estadísticamente diferentes entre sí, siendo el par 1 el de mayor valor promedio en todo el complemento (2,194 μm). El par 3 es estadísticamente similar al par 4, y

Tabla 6. Promedios para longitud de brazo corto (p), longitud del brazo largo (q) y longitud total (p+q) para el ecotipo Fibra Blanca de *Gossypium barbadense* L.

Par	p	q	p+q
1	125,00 a † (1,4070) ‡	2,1943 a	3,6013 a
2	121,6 ab (1,3282)	2,0301 b	3,3583 b
3	117,9 abc (1,2914)	1,9162 c	3,2076 c
4	106,3 abcd (1,1859)	1,9179 c	3,1083 c
5	104,4 abcde (1,1859)	1,8074 d	2,9932 d
6	107,1 abcd (1,2026)	1,7135 de	2,1962 d
7	93 abcdef (1,0938)	1,7135 de	2,8073 e
8	92,4 abcdef (1,0988)	1,6181 ef	2,7169 ef
9	94,6 abcde (1,1072)	1,546 fgh	2,6532 f
10	78 abcdef (0,9581)	1,5728 fg	2,5309 g
11	76,9 abcdef (0,9682)	1,4841 ghi	2,4522 gh
12	75,2 abcdef (0,9330)	1,4472 hij	2,3802 hi
13	71,7 abcdef (0,9146)	1,3802 ij	2,2948 hi
14	69,6 abcdef (0,9043)	1,3668 jk	2,271 hi
15	56,5 abcdef (0,7990)	1,345 jkl	2,144 hi
16	40,1 abcdef (0,7320)	1,407 ij	2,139 hi
17	48,6 abcdef (0,7538)	1,2697 klm	2,0234 hi
18	41,7 abcdef (0,7236)	1,2496 lm	1,9732 hi
19	23,7 def (0,6750)	1,2647 klm	1,9397 hi
20	33,9 bcdef (0,7002)	1,1809 mn	1,881 hi
21	35,8 abcdef (0,7086)	1,1111 no	1,8197 hi
22	27,9 cdef (0,6834)	1,0703 o	1,7537 hi
23	23,4 def (0,6600)	1,0335 op	1,6934 hi
24	15,1 ef (0,6399)	0,9414 p	1,5812 hi
25	19,3 def (0,6549)	0,7873 q	1,4422 hi
26	3,3 f (0,5561)	0,7504 q	1,3065 hi
LSD	90,18 (0,0851)	0,1075	0,1048
CV%	(7,3600)	6	3,56

† Letras diferentes indican promedios diferentes, según la prueba de MDS ($p \leq 0,05$); ‡ Las mediciones originales para longitud de brazo corto se muestran entre paréntesis y fueron analizadas por Kruskal-Wallis.

éstos a su vez, son diferentes y de mayor valor promedio que los demás pares observados. Se distingue que los pares 6 y 7 tienen el mismo valor promedio (1,713 μm), siendo estadísticamente similares entre sí y comparten ámbitos de similitud con los pares 5 y 8.

En la tabla 6 se distingue claramente que el par 1 muestra el mayor valor promedio para longitudes totales, con 3,601 μm , siendo estadísticamente diferente al par 2, y éste es a su vez estadísticamente

diferente del resto de los pares y con mayor valor promedio. Los pares 3 y 4 son estadísticamente similares entre sí, pero distintos de los demás pares del complemento; así como los pares 5 y 6. El menor valor para este parámetro se observó en el par 26: 1,306 μm .

FÓRMULA CARIOTÍPICA E IDIOGRAMA

La fórmula cariotípica propuesta según el sistema de LEVAN, FREDGA & SANDBERG (1964) es 20m + 6sm. En el idiograma (Fig. 3) se observa que las longitudes promedios del brazo corto son apenas mayores de 0,50 μm y menores de 1,50 μm , y las longitudes promedio del brazo largo igual o mayores a 0,75 μm pero menores de 2,25 μm . Las longitudes totales son mayores de 3,50 μm y apenas alcanzan 1,50 μm . Se distingue que los pares 15, 16, 17, 18, 19 y 20 son submetacéntricos y el resto son metacéntricos.

LONGITUDES CROMOSÓMICAS EN *GOSSYPIMUM BARBADENSE* L. ECOTIPO FIBRA MARRÓN Análisis de varianza

La tabla 7 presenta el análisis de la varianza para las longitudes cromosómicas y otros parámetros de clasificación en *G. barbadense* ecotipo Fibra Marrón. En el mismo se observan diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, para todas las fuentes evaluadas.

Tabla 7. Análisis de varianza de las longitudes cromosómicas del ecotipo Fibra Blanca de *Gossypium barbadense* L.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	p	Cuadrados Medios q	p+q
Bloque	4	0,03558*	0,19177*	0,37812*
Cromosoma	25	0,22363*	0,63190*	1,56135*
Error Experimental	100	0,00637	0,00819	0,00313
Total	129			
CV %		8,99	6,48	2,45

*: Significativo ($p \leq 0,05$) ns: No Significativo ($p > 0,05$)

Al igual que en Fibra Blanca, la prueba de Wilk-Shapiro detectó la no normalidad de los datos de longitudes del brazo corto (datos no mostrados). Dado que no se logró la normalización de los datos con las transformaciones conocidas, se aplicó la prueba de Kruskal-Wallis para este carácter. Se observaron coeficientes de variación de 8,99% para la longitud del brazo corto; 6,48% para la longitud del brazo largo; 2,45% para la longitud total (tabla 7).

ANÁLISIS DE PROMEDIOS

El análisis de promedios de las longitudes cromosómicas obtenidas para el ecotipo Fibra Marrón se presentan en la tabla 8. Tal como se observa, el par 1 muestra el mayor valor promedio (1,310 μm) y es estadísticamente similar a los pares 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 y 20. El par 2 es estadísticamente similar a los pares 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20 y 21; y es de mayor valor promedio que los demás pares. Es de hacer notar que los pares 11 y 12 tienen el mismo valor promedio: 0,864 μm .

Para este parámetro, los pares 1 y 2 muestran los mayores valores promedio del conjunto: 2,137 μm y 1,955 μm , respectivamente; y no son estadísticamente similares entre sí ni con ningún otro par cromosómico. El par 3 es estadísticamente similar a los pares 4 y 6, pero es de menor valor que el 4 y mayor que el resto de los pares. El menor valor observado en el conjunto lo presenta el par 26: 0,755 μm .

El mayor valor promedio para longitud total cromosómica en este ecotipo lo presenta el par 1 (3,447 μm) y es estadísticamente diferente de todos los pares del conjunto. Es de hacer notar que los seis primeros pares son estadísticamente diferentes entre sí. El menor valor promedio observado es de 1,367 μm (par 26).

FÓRMULA CARIOTÍPICA E IDIOGRAMA

La fórmula cariotípica propuesta es $20m + 6sm$. En la Figura 4, se observa el idiograma para este ecotipo. Las longitudes promedio de brazo corto oscilan entre 0,50 μm y 1,50 μm ; mientras que las longitudes promedio de brazo largo van de 0,75 μm hasta casi 2,25 μm . Las longitudes totales son mayores de 1,25 μm y ligeramente menores de 3,50 μm . las proporciones entre los brazos indican que los pares 6, 11, 12, 13, 15 y 17 son submetacéntricos y el resto son metacéntricos, de acuerdo con LEVAN, FREDGA & SANDBERG (1964).

En la tabla 9 se presentan las características cromosómicas más resaltantes en los materiales estudiados para facilitar la visualización y comparación entre ambas especies y entre los *taxa* dentro de cada especie.

Los cultivares de *G. hirsutum*, Cabuyare y Deltapine-16 tuvieron las siguientes fórmulas cariotípicas $25m + 1sm$ y $19m + 7sm$, respectivamente y una longitud total de la cromatina de 58,333 y 57,474 μm , respectivamente. Los dos ecotipos de *G. barbadense* presentaron la misma

fórmula cariotípica: $20m + 6sm$ pero difirieron en la longitud total de la cromatina con valores de 60,984 y 59,364 μm para Fibra Blanca y Fibra Marrón, respectivamente.

Tabla 8. Promedios para longitud de brazo corto (p), longitud del brazo largo (q) y longitud total (p+q) para el ecotipo Fibra Marrón de *Gossypium barbadense* L.

Par	p	q	p+q
1	122,10 ab † (1,3099)‡	2,1373 a	3,4472 a
2	114,90 abc (1,2110)	1,9548 b	3,1658 b
3	122,80 a (1,2847)	1,7889 cd	3,0736 c
4	108,70 abcde (1,1440)	1,8207 c	2,9647 d
5	112,40 abcde (1,1809)	1,7068 de	2,8877 e
6	94,00 abcdef (1,0368)	1,7554 cd	2,7922 f
7	101,70 abcde (1,0854)	1,6181 ef	2,7035 g
8	90,50 abcdef (1,0084)	1,6265 ef	2,6348 gh
9	89,80 abcdef (1,0000)	1,5661 fg	2,5661 h
10	81,10 abcdef (0,9380)	1,5192 fg	2,4572 i
11	67,90 abcdef (0,8643)	1,5544 g	2,4187 i
12	71,50 abcdef (0,8643)	1,4640 gh	2,3283 j
13	58,80 abcdef (0,7990)	1,4537 gh	2,2527 k
14	69,20 abcdef (0,8760)	1,3032 i	2,1792 l
15	40,30 abcdef (0,7521)	1,3702 hi	2,1222 l
16	50,80 abcdef (0,7688)	1,2780 ij	2,0469 m
17	36,90 abcdef (0,7270)	1,2697 ij	1,9966 mn
18	50,70 abcdef (0,7722)	1,1876 jk	1,9598 no
19	43,40 abcdef (0,7387)	1,1859 jk	1,9246 op
20	39,10 abcdef (0,7169)	1,1424 kl	1,8593 p
21	32,50 bcdef (0,6952)	1,0871 kl	1,7822 q
22	26,80 cdef (0,6868)	1,0385 lm	1,7253 q
23	24,50 def (0,6767)	0,9648 mn	1,6415 r
24	22,10 ef (0,6516)	0,9129 no	1,5645 s
25	20,90 ef (0,6667)	0,8359 op	1,5026 s
26	9,60 f (0,6114)	0,7554 p	1,3668 t
LSD	90,175 (0,1001)	0,1135	0,0702
CV%	(8,99)	6,48	2,45

† Letras diferentes indican promedios diferentes, según la prueba de MDS ($p \leq 0,05$)‡ Las mediciones originales para longitud de brazo corto se muestran entre paréntesis y fueron analizadas por Kruskal-Wallis.

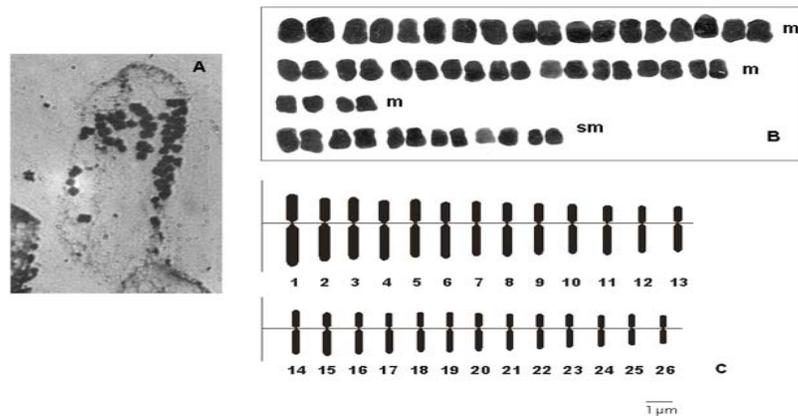
DISCUSIÓN

El número cromosómico observado en los materiales genéticos de las dos especies de *Gossypium* utilizados en esta investigación fue constante, $2n = 52$, lo cual confirma previos reportes (CHEN *et al.* 1981; ENDRIZZI, TURCOTTE & KOHEL, 1984; MENZEL & BROWN, 1978, NIE & LI, 1985; NIE & LI 1989; POELHMAN, 1987 y KONAN *et al.* 2007).

Tabla 9. Resumen de las características cromosómicas de los materiales genéticos estudiados.

Especie	Cultivares y Ecotipos	2n	Fórmula	LTC (μm)	Rango (μm)
			Cariotípica		
<i>Gossypium hirsutum</i>	Cabuyare	52	25m + 1sm	58,333	1,36 - 3,30
	Deltapine-16	52	19m + 7sm	57,474	1,33 - 3,28
<i>Gossypium barbadense</i>	Fibra Blanca	52	20m + 6sm	60,984	1,31 - 3,60
	Fibra Marrón	52	20m + 6sm	59,364	1,37 - 3,45

LTC: Longitud Total de la Cromatina

Fig. 4 Célula cariotipable (A), cariotipo (B) e idiograma (C) de *Gossypium barbadense* L. ecotipo Fibra Marrón.

Para los ecotipos de *G. barbadense* se encontró que tienen la misma fórmula cariotípica: $20m + 6sm$; sin embargo, difieren en los cromosomas submetacéntricos dentro del complemento. Los pares submetacéntricos (sm) observados en Fibra Blanca son 15, 16, 17, 18, 19 y 20; mientras que en Fibra Marrón son submetacéntricos (sm) los pares 6, 11, 12, 13, 1 y 17. Por otro lado, los cariotipos de los cultivares de *G. hirsutum* muestran diferencias con respecto del número de cromosomas metacéntricos en la zona media identificados, siendo que Cabuyare presenta 25 pares proporcionalmente similares entre sí, mientras que el cariotipo de Deltapine-16 está formado por 19 metacéntricos (m) y 7 submetacéntricos (sm). Se han observado diferencias en las fórmulas cariotípicas entre cultivares y subespecies en otros cultivos. MAHMOODI

KORDI *et al.* (2006) reportaron cinco fórmulas diferentes en 11 cultivares de garbanzo (*Cicer arietinum* L.). ALCORCÉS (2001) encontró diferencias entre los cariotipos de algunas especies de *Tabebuia*, e incluso dentro de dos subespecies detectó fórmulas cariotípicas diferentes. Asimismo, PIÑA (2001) reportó en frijol (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) que la línea T-C-9-6 y el cultivar Tuy tuvieron las fórmulas cariotípicas de $10m + 1sm$ y $7m + 4sm$, respectivamente.

Como se ha mencionado antes los cultivares de *G. hirsutum*, Cabuyare y Deltapine-16 tuvieron las siguientes fórmulas cariotípicas $25m + 1sm$ y $19m + 7sm$, respectivamente, mientras que los dos ecotipos de *G. barbadense* presentaron la misma fórmula cariotípica: $20m + 6sm$. CHEN *et al.* (1981) indicaron que la fórmula cariotípica del cultivar de *G. hirsutum* Xuzhou 1818 fue $5m + 21sm$, la cual es bastante diferente de las cuatro encontradas en nuestro experimento. Por otra parte, NIE & LI (1985) trabajaron con tres especies silvestres y cuatro especies cultivadas de *Gossypium*, entre las cuales estaban *G. hirsutum* y *G. barbadense*, reportaron fórmulas cariotípicas de $16m + 9sm + 1st$ y $19m + 6sm + 1st$, respectivamente, siendo estas fórmulas muy diferentes para el caso de *G. hirsutum* y más parecidas en el de *G. barbadense* en relación con las obtenidas en nuestro ensayo. En otro experimento, NIE & LI (1989) analizaron el cariotipo de ocho razas semi silvestres de *G. hirsutum* y encontraron fórmulas cariotípicas de $21m + 5sm$; $21m + 5sm$; $19m + 7sm$; $17m + 9sm$; $22m + 4sm$; $17m + 9sm$; $16m + 10sm$ y $16m + 10sm$ para las razas *latifolium*, *parmeri*, *panctatum*, *yucatanense*, *mexicanum*, *marie-galante*, *morilli* y *richmondii*, respectivamente. La raza *panctatum* tuvo la misma fórmula que aquella del cultivar Deltapine-16. LAZAREVA (1979) reportó diferencias en los cariotipos en un número de cromosomas entre *G. hirsutum* subsp. *rupestre* y *G. barbadense* subsp. *vitifolium* var. *brasiliense*. WANG *et al.* (1997) estudiaron los cariotipos de 4 especies cultivadas de algodón (*G. herbaceum*, *G. arboreum*, *G. barbadense* and *G. hirsutum*) mediante la comparación de la longitud de los cromosomas y arm ratio y encontraron que el cariotipo de *G. hirsutum* fue similar a aquel de *G. barbadense*, excepto por algunas diferencias en el número y posición de los cromosomas submetacéntricos. Estas comparaciones demuestran la amplia variación en las formulas cariotípicas tanto en los algodones cultivados, *G. hirsutum* y *G. barbadense*, como en las razas no cultivadas de la primera especie. Al respecto, SONG *et al.* (1991) realizó un análisis cariotípico de tres cultivares de *G. herbaceum*, 6 de *G. arboreum* y un híbrido F_1 de las dos especies y concluyeron que habían indicaciones de diferencias entre cariotipos de cultivares de la misma especie de diferentes regiones ecológicas.

El origen de los algodones cultivados americanos alotetraploides (*G. hirsutum* y *G. barbadense*) no está muy claro. POEHLMAN (1987) indica que el probable origen de la alopoliploidía, en las especies de *Gossypium* del Nuevo Mundo provino del cruzamiento entre *G. arboreum* (tipo asiático cultivado, $2n = 26$) x *G. thurberi* (tipo americano silvestre, $2n = 26$), mientras que ENDRIZZI, TURCOTTE & KOHEL (1984) fue producido de la hibridización de *G. herbaceum* ($2n=26, A_1$) x *G. thurberi* ($2n=26, D_1$; 9), pero estos autores reconocen a *G. thurberi* como uno de los padres de los algodones alotetraploides, la cual aportaría el juego de cromosomas más pequeños (D_1). De acuerdo con las pruebas de promedios realizadas, se detectó que las longitudes totales para Deltapine-16 y Fibra Marrón muestran una diferenciación entre grupo de medias entre los cromosomas 13 y 14; mientras que estos pares cromosómicos son estadísticamente similares para Cabuyare y Fibra Blanca. De manera tal que la separación de genomios mencionada por POEHLMAN (1987) y ENDRIZZI, TURCOTTE & KOHEL (1984) en dos grupos de cromosomas, cada uno de 13 pares, siendo los del genomio A más grandes que los genomio D, no parece ser tan clara como se esperaba, incluso el número de ámbitos de medias y las similitudes estadísticas entre éstas no se muestran lo suficientemente homogéneas para indicar que existan dos juegos genómicos morfológicamente diferenciados por el tamaño de sus cromosomas.

Los materiales genéticos de *Gossypium* empleados en esta investigación tienen cromosomas submetacéntricos en el par 17. Esta particularidad podría tratarse de un carácter taxonómico diagnóstico para el género, por lo que se recomienda realizar futuras investigaciones con un mayor número de especies y cultivares de *Gossypium* y otras especies de Malvaceae para confirmar esta presunción.

Las pruebas estadísticas aplicadas a las longitudes cromosómicas resaltan las diferencias dentro y entre los genomas de los *taxa* infraespecíficos evaluados. Los análisis de varianza resultaron ser significativos para todos los parámetros evaluados de los ecotipos de *G. barbadense* y el cultivar Deltapine-16, y para Cabuyare sólo fueron significativas las longitudes cromosómicas. Los coeficientes de variación obtenidos para longitudes cromosómicas e índice centromérico son relativamente bajos. Al compararlos con los coeficientes de variación reportados por PIÑA (2001) para las longitudes cromosómicas en una línea y un cultivar de *Vigna unguiculata*, se distingue el mismo comportamiento, sólo que los valores son más altos que los reportados para los genotipos de *Gossypium*. Esto puede deberse a la diferencia en el número de repeticiones y bloques utilizados en el diseño estadístico para cada ensayo. De modo particular e inesperado, las distribuciones

de los datos obtenidos para longitudes de brazo corto en todos los cultivares y ecotipos resultaron ser no normales.

Las longitudes de brazo corto observadas en los cultivares y ecotipos estudiados fluctúan entre 0,556 y 1,407 μm , las longitudes de brazo largo, entre 0,750 y 2,194 μm ; y la longitud total de los cromosomas varía de 1,306 a 3,601 μm ; observándose que no hay diferencias notorias entre las longitudes cromosómicas de los *taxa* infraespecíficos como para poder distinguir cuál de ellos puede ser más grande o más pequeño. De manera muy interesante, se distingue que el ecotipo Fibra Blanca es el que presenta un rango más amplio en las longitudes cromosómicas y a la vez abarca los rangos observados para los demás cultivares y el ecotipo Fibra Marrón. CHEN *et al.* (1981) reportaron una longitud total de los cromosomas entre 1,9 a 4,9 μm para la especie *G. hirsutum*.

Los cultivares de *G. hirsutum*, Cabuyare y Deltapine-16 tuvieron una longitud total de la cromatina de 58,333 y 57,474 μm , (116,667 y 114,948 μm para la longitud total del genomio), respectivamente. Los dos ecotipos de *G. barbadense* difirieron en la longitud total de la cromatina con valores de 60,984 y 59,364 μm (121,868 y 118,728 μm para la longitud total del genomio) para Fibra Blanca y Fibra Marrón, respectivamente. LAZAREVA (1979) reportó una longitud total del juego de cromosomas diploides de 103,85 y 93,92 μm para *G. hirsutum* subsp. *rupestre* y *G. barbadense* subsp. *vitifolium* var. *brasiliense*, es decir, la especie de *G. barbadense* tuvo una mayor longitud que *G. hirsutum*, estos valores estuvieron muy por debajo a los encontrados en nuestro ensayo y también difiriendo en relación a la mayor longitud entre especies.

Los idiogramas realizados muestran una referencia del tamaño y forma de los cromosomas del complemento de cada uno de los *taxa* infraespecíficos y ayuda a tener una idea de las diferencias o similitudes entre éstos.

AGRADECIMIENTOS — Al Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente, por el aporte económico en la ejecución del proyecto N° CI-3-0601-1140/03.

RESUMEN

Cuatro especies de *Gossypium* suplen el comercio mundial de algodón; el 95% se obtiene de *G. hirsutum* y el 4% de *G. barbadense*. La citogenética puede ser una herramienta para la introgresión de genes responsables de la calidad de la fibra. El objetivo de este trabajo fue caracterizar cariotípicamente dos cultivares de *G. hirsutum* y dos ecotipos de *G. barbadense*. Se utilizaron meristemos radiculares y se determinó el número cromosómico por el método de Kawano. Se calculó el promedio de las longitudes de brazo corto, brazo largo y longitud total

para cada una de las especies. La clasificación cromosómica se realizó siguiendo la nomenclatura utilizada por LEVAN, FREDGA & SANDBERG (1964). El número cromosómico observado para ambas especies de *Gossypium* fue $2n = 52$. Las pruebas estadísticas resultaron ser significativas para las longitudes cromosómicas. Los cultivares de *G. hirsutum*, Cabuyare y Deltapine-16 tuvieron las siguientes fórmulas cariotípicas $25m + 1sm$ y $19m + 7sm$, respectivamente y una longitud total de la cromatina de 58,33 y 57,47 μm , respectivamente. Los dos ecotipos de *G. barbadense* presentaron la misma fórmula cariotípica: $20m + 6sm$ pero difirieron en la longitud de la cromatina con valores de 60,98 y 59,36 μm para Fibra Blanca y Fibra Marrón, respectivamente.

PALABRAS CLAVE: algodón; cariotipo; ecotipo; *Gossypium-hirsutum*; *Gossypium-barbadense*.

SUMMARY

Four species of *Gossypium* supply the world cotton commerce; 95% of the fiber is obtained from *G. hirsutum* and 4% from *G. barbadense*. Cytogenetics can be useful to know the possibility of gene introgression responsible for fiber quality. The objective was to characterize karyotypically two *G. hirsutum* cultivars and two ecotypes of *G. barbadense*. Root-tip meristems were used and the chromosome number was determined by Kawano's method. Mean of short arm, long arm and total lengths were calculated for each species. The chromosome classification was made following the nomenclature used by LEVAN, FREDGA & SANDBERG (1964). The observed chromosome number for both species of *Gossypium* was $2n = 52$. The statistical tests were significant for all chromosome lengths. *G. hirsutum* cultivars Cabuyare and Deltapine-16 have the following karyotypical formulas: $25m + 1sm$ and $19m + 7sm$, respectively and a total chromatin length of 58.33 and 57.47 μm , respectively. Both ecotypes of *G. barbadense* presented the same karyotypical formula: $20m + 6sm$ but differed in their total chromatin length with values of 60.98 and 59.36 μm for Fibra Blanca and Fibra Marrón, respectively.

KEY WORDS: Karyotype; Cotton; cultivars; *Gossypium hirsutum*; *Gossypium barbadense*; ecotypes.

BIBLIOGRAFÍA

- ALCORCÉS G., N. DE. 2001. *Estudios cariológicos en cinco especies del género Tabebuia Gomes (Bignoniaceae) localizadas en el estado Monagas*. Trabajo de Ascenso para Profesor Titular. Universidad de Oriente, Núcleo de Monagas. Maturín, estado Monagas, Venezuela. 86 pp.

- CHEN, R. Y.; W. Q. SONG; Z. P. AN & X. L. LI. 1981. Studies on cotton (*Gossypium hirsutum*) karyotype. *Acta Bot. Sin.* 24: 94-97.
- CHEENAVERAIAH, M. S. & B. C. PATIL. 1973. Chromosome number and karyotype study in eight species of *Crotalaria*. *Cytologia* 38:73-79.
- ENDRIZZI J. E.; E. L. TURCOTTE & R. J. KOHEL. 1984. *Qualitative genetics, cytology and cytogenetics. Cotton*, Agronomy Monograph No. 24, Madison.
- KAWANO, S. 1965. Application of pectinase and cellulase in an orcein squash method. *Bot. Mag.* 78: 36-42.
- KONAN, O. N.; A. D'HONT; J. P. BAUDOIN. & G. MERGEAL. 2007. Cytogenetics of a new trispecies hybrid in cotton: [(*Gossypium hirsutum* L. x *G. thurberi* Tod.)² x *G. longicalyx* Hutch. & Lee]. *Plant Breeding* 126: 176-181.
- LAZAREVA, O. N. 1979. Karyotype of two cotton species. *Uzbekiston Biologija Zurnali* 5: 67-70.
- LEÓN, J. 1987. *Botánica de los Cultivos Tropicales*. 2º edición. IICA. San José de Costa Rica, Costa Rica.
- LEVAN, A.; K. FREDGA & A. SANDBERG. 1964. Nomenclature for centromeric position on chromosomes. *Hereditas* 52: 201-220.
- MAHMOODI KORDI, F.; A. MAJD; M. VALIZADEH; M. SHEIDAI & H. SABAGHPOUR. 2006. A comparative study of chromosome morphology among some genotypes of *Cicer arietinum* L. *Pakistan J. Biol. Sci.* 9: 1225-1230.
- MENZEL M.Y. & M. S. BROWN. 1978. Genetic lengths and break points in twelve chromosomes of *Gossypium hirsutum* involved in ten reciprocal translocations. *Genetics*, 88: 541-558.
- MOLINERO, L. M. 2003. ¿Y si los datos no se ajustan a una distribución normal?... *Bondad de ajuste a una normal, transformaciones y pruebas no paramétricas*. Sociedad Española de Hipertensión. Liga Española para la lucha contra la hipertensión arterial. Dirección URL: <http://www.seh-lelha.org/pdf/noparam.pdf>. Accesado 22/01/2005.
- NIE, R. & M. LI. 1985. Studies of karyotypes in three wild and four cultivated species of *Gossypium*. *Acta Bot. Sin.* 27: 113-121.
- NIE, R. & M. LI. 1989. Cytological studies on semi-wild races of *Gossypium hirsutum*. *Acta Bot. Sin.* 31: 333-342.
- PIÑA., E. 2001. *Estudio citogenético de dos líneas de frijol (Vigna unguiculata (L.) Walp.) de diferentes orígenes geográficos con fines de mejoramiento genético*. Trabajo de Grado para Ingeniero Agrónomo. Universidad de Oriente, Núcleo de Monagas. Maturín, estado Monagas, Venezuela. 183 pp.

- POELHMAN, J. M. 1987. *Mejoramiento de las Cosechas*, vol. 2. Editorial LIMUSA, S. A. México D. F., México.
- RAMÓN, O. DE & E. FERNÁNDEZ. 2003. Estadística para los clínicos VIII. ANOVA II. *Cuadernos de Esclerosis* 16 (noviembre). Dirección URL: <http://www.fedem.org/revista/n16/estadistica.htm>. Accesado 22/01/2005.
- ROBERTSON, H. 2004. *Gossypium* (Cotton). Iziko Museums of Cape Town. South Africa. [en línea]. Dirección URL: <http://www.museums.org.za/bio/plants/malvaceae/gossypium.htm>. Accesado 16/11/2005.
- SONG, P.; D. F. JI & F. H. XU. 1991. Comparative studies on karyotypes of cultivated diploid cotton species *Gossypium herbaceum* and *G. arboreum*. *Acta Agronomica Sinica* 17: 102-106.
- WANG, Z. N.; D. F. JI. & F. H. XU. 1997. Comparative studies on the karyotypes of four cultivated species in *Gossypium*. *Acta Agriculturae Zhejiangensis* 9: 135-139.