Parámetros agrícolas de ocho cultivares de algodón (*Gossypium hirsutum*) obtenidos en Cuba

Enrique Vinent y Odelín Fajardo

Instituto de Investigaciones Hortícolas Liliana Dimitrova. Carretera Bejucal-Quivicán
km 33¹/₂ Quivicán. La Habana, Cuba. CP 13500

Abstract

E. Vinent, and O. Fajardo. 2007. Agronomic parameters of eight cotton (*Gossypium hirsutum*) cultivars obtained in Cuba *Cien. Inv. Agr.* 34(2):151-158. The correlations of the following variables were determined for eight cultivars of cotton (*Gossypium hirsutum*) obtained in Cuba: feather and raw cotton yields, boll weight, plant height and plant perimeter and the number of bolls per plant. Feather and raw cotton yields were negatively correlated with plant height; in this same way, plant height and plant perimeter correlated with the number of harvested bolls per plant. Boll weight did not correlate with the studied variables. By means of applying multivariate analysis techniques and variance analysis, promising cultivars were selected. Significant differences were obtained among cultivars using seven biological parameters: feather and raw cotton yields, plant height and plant perimeter, ginning rate, boll weight and the number of harvested bolls per plant. The highest feather and raw cotton yields (5,575 y 2,353 kg·ha⁻¹, respectively) were achieved with the cultivar L-48, followed by the cultivars L-3, L-6 and L-44 and the highest ginning rate (42%) was achieved with L-48. In conclusion, cotton cultivars L-48; L-3; L-6 and L-44 were the most promising cultivars, and will be further tested under commercial conditions.

Key words: Correlation, cotton, cultivar, feather cotton, *Gossypium hirsutum*, plant breeding, raw cotton, variables.

Introducción

El algodón (*Gossypium hirsutum* L.) se cultiva en zonas tropicales y sub-tropicales del mundo. El aprovechamiento de su fibra por el hombre se remonta a épocas antiguas de la civilización. En la actualidad es la base de variadas e importantes industrias, siendo una importante riqueza agrícola de muchos pueblos. La producción mundial y el consumo de fibra en el 2006 fue de 24,77 y 24,94 millones de t·año⁻¹, respectivamente. Para el 2007, se estima una producción mundial de 24,83 millones de t·año⁻¹ y un consumo de 25,30 millones t·año⁻¹. Los países con mayores rendimientos son Israel, Australia, España, Guatemala, México, Egipto, Turquía, Siria, Grecia y China. Sin embargo,

los mayores productores son: China; Estados Unidos; India, Pakistán; Brasil y Uzbekistán. El mayor exportador es Estados Unidos (Anónimo, 2006 y 2007).

En Cuba, se produjo algodón en época de la colonia (1835 a 1840) y se exportó a Europa en cantidades que llegaron a 2.000 t·año⁻¹. La superficie dedicada a este cultivo entre los años 1963 y 1965 osciló entre 14.000 y 20.000 ha. En 1967 se logró la más alta producción de la historia; que representó el 50% de la demanda cubana de aquel momento. Sin embargo, en 1968 se dejó de cultivar algodón, debido a la garantía de suministro de la fibra por parte de la URSS, en el marco del Convenio Comercial establecido por el Consejo de Ayuda Mutua Económica (CAME). A partir de esa fecha se suspendió el programa de mejoramiento genético. En 1996, con la colaboración del Gobierno Español se comenzó la siembra de

este cultivo en la provincia de Pinar del Río. Así se inició el programa de mejoramiento genético con la introducción de cultivares procedentes, entre otros países, de España, Israel, México y Estados Unidos. Varios de estos cultivares se seleccionaron como progenitores para el desarrollo de este programa de mejoramiento varietal del algodón en Cuba.

La tendencia de los trabajos de mejoramiento del algodón es la utilización de métodos que incorporen cruzamientos entre padres con diferentes potencialidades de rendimiento y distintos en características de calidad de fibra. Esto se debe a la correlación negativa existente entre el rendimiento y la calidad de fibra del algodón. De acuerdo con investigaciones recientes, esta relación se debe al ligamiento de genes. Por lo tanto, a través del uso de cruzamientos que permitan obtener recombinantes promisorios, se espera romper esta asociación negativa entre rendimiento y calidad. Las necesidades de aumento del rendimiento en campo y desmotado, así como la mejor calidad de fibra requerida por la industria textil en los últimos cincuenta años, han demandado trabajos de mejoramiento simultáneo de estas características. Desarrollar cultivares de algodón con alta tasa de desmotado significa obtener alto rendimiento de fibra (algodón pluma), que es el producto principal y de mayor valor comercial.

Mundialmente se han desarrollado cultivares de algodón rojo, azul y negro. Esto se ha logrado transfiriendo, con ayuda de la ingeniería genética, un gen de color de otros organismos al algodón blanco. Al desarrollar cultivares de color, la industria textil puede reducir los costos de teñido que es la etapa más compleja dentro del procesamiento del algodón, donde se emplea gran variedad de colorantes y otros agentes tóxicos, contaminantes del medio ambiente (Agro-bio, 2003).

Los cultivares más promisorios resultantes de este trabajo, resistentes a *Xanthomonas campestris* pv. *malvacearum* y con un alto potencial de rendimiento de algodón rama y pluma, servirán como base genética para el inicio en Cuba de la transferencia de genes de colores a estos materiales. Estos trabajos se realizarán

con la colaboración del Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología de Cuba (CIGB). Por lo tanto, este trabajo tuvo por objetivo evaluar los indicadores productivos de ocho cultivares obtenidos en Cuba que permitiera seleccionar los cultivares más promisorios de algodón.

Materiales y métodos

Cultivares

Se evaluaron ocho cultivares de algodón procedentes del programa de Fitomejoramiento Genético del Instituto de Investigaciones Hortícolas Liliana Dimitrova (IIHLD). Estos cultivares fueron los más promisorios dentro de un grupo de 58, debido a que presentaron mayor resistencia a *X. campestris* pv. *malvacearum*, tuvieron los mayores rendimientos de algodón rama y pluma, menores porcentajes de cápsulas enfermas, las mayores tasas de desmotados y las fibras reunieron los requisitos de calidad para su utilización en la industria textil cubana. Estos cultivares se obtuvieron previamente por cruas y selección genealógica.

Manejo del cultivo

Las siembras se realizaron en julio de 2005 y en julio de 2006 con una densidad de 80.000 plantas·ha⁻¹ sobre un suelo Ferralítico, rojo típico, con las características físico químicas descritas previamente (Alfonso *et al.*, 2007; Hernández *et al.*, 1999). El tamaño de la parcela experimental fue de 22,5 m² y el área para la evaluación fue 10,8 m² por parcela (86 plantas) por cada réplica. Los tratamientos culturales se realizaron según las instrucciones técnicas de manejo del cultivo del algodón en Cuba (Anónimo, 2004).

Se evaluaron ocho cultivares de algodón (L-2, L-3, L-6, L-7, L-20, L-31, L-44 y L-48). El campo experimental se protegió con barreras de maíz en dos lados para disminuir de este modo la incidencia de plagas (Figura 1).

Se midieron las condiciones meteorológicas, temperatura, precipitación y humedad relativa. Los datos de precipitación se obtuvieron del registro de la red pluviométrica del Instituto de Investigaciones Hortícolas Liliana Dimitrova. La temperatura y la humedad relativa se obtuvo

Figura 1. Evaluación de ocho cultivares de algodón (*Gossypium hirsutum*) luego de 45 días de la germinación. Nótese la presencia de una barrera de maíz empleada para reducir la incidencia de pestes.

Figure 1. Evaluation of eight cotton (*Gossypium hirsutum*) accessions after 45 days of germination. Note the presence of a corn barrier used to reduced pest incidence.

de la red de estaciones meteorológicas del Instituto de Meteorología de Cuba.

Evaluación

Se evaluaron los siguientes parámetros:

1. Rendimiento de algodón rama. Se consideró el peso del algodón cosechado en las 86 plantas de cada parcela.
2. Rendimiento de algodón pluma. Del algodón rama cosechado se tomó una muestra de $500 \text{ g} \cdot \text{parcela}^{-1}$, se desmotó y se obtuvo el algodón pluma. La tasa de desmotado (D) se estimó según la siguiente ecuación, $D = (\text{algodón pluma} / \text{algodón rama}) \times 100$.
3. La altura al final y el perímetro de las plantas a la cosecha se determinó en una muestra de 10 plantas seleccionadas al azar entre las 86 plantas de cada parcela.
4. El peso de algodón bruto (AB) de las 86 plantas de cada parcela se dividió entre el total de las bellotas (TB) cosechadas de la misma parcela ($\text{g} \cdot \text{bellota}^{-1} = \text{AB} / \text{TB}$); el número de bellotas cosechada por planta (NBGP) fue igual a $\text{TB} / 86$ plantas.

Diseño y análisis estadísticos

Los tratamientos se distribuyeron conforme con un diseño experimental de bloques completos al azar, con cuatro réplicas. Los resultados se analizaron para varianza y los promedios se

separaron según la prueba de rangos múltiples de Newman Keul.

Se realizó un análisis de ordenamiento de componentes principales, a través de promedios estandarizados de ocho cultivares y cinco variables, a partir de una matriz de correlación. Se utilizaron las distancias euclidianas en el contexto de los componentes principales. Las cinco variables estudiadas correspondieron a 1. Rendimiento de algodón rama, 2. Rendimiento de algodón pluma, 3. Altura de la planta; 4. Perímetro de la copa de la planta, y 5. Peso de la bellota. Con estos propósitos, se empleó Stat Graphics Plus 5, (Statistical Graphics Corp., Manugistics, Inc., Rokville, EUA).

Resultados y discusión

Las condiciones meteorológicas durante el desarrollo del cultivo se presentan en el Cuadro 1. La precipitación en las primeras etapas de desarrollo del cultivo (primeros 120 días) fue adecuada para satisfacer las necesidades de agua durante diferentes fases fenológicas del cultivo. Además, el periodo de seca coincidió con la fase fenológica en que el cultivo necesita la mínima cantidad de agua (Rodríguez y Carnero, 1991). Esta condición favoreció la cosecha de los cultivares evaluados. La temperatura media

Cuadro 1. Comportamiento promedio de las condiciones meteorológicas (2005-2007) cada diez días.

Table 1. Meteorological characterization during the cotton crop in 2005-2007, obtained every ten days.

Meses	Precipitación ¹			Temperatura media ¹			Humedad relativa ¹		
	mm			°C			%		
	días			días			días		
	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-30
Julio	107,5	72,0	18,0	28	27	27	81	82	82
Agosto	81,5	2,0	25,0	27	27	26	82	81	84
Septiembre	52,0	295,0	209,0	26	27	26	84	84	84
Octubre	70,5	40,0	58,0	26	26	24	85	83	81
Noviembre	1,5	25,0	26,0	23	22	22	82	79	78
Diciembre	0	31,0	19,0	23	21	20	80	77	80
Enero	0	10,0	0	21	20	21	80	78	77

¹Los datos de precipitación fueron tomados del registro de la red pluviométrica del Instituto de Investigaciones Hortícolas Liliana Dimitrova; la temperatura y la humedad relativa de la red de estaciones meteorológicas del Instituto de Meteorología de Cuba.

¹Rainfall data were obtained from the weather net of Instituto de Investigaciones Hortícolas Liliana Dimitrova. Temperature and relative humidity were obtained from Instituto de Meteorología, Cuba.

y la humedad relativa variaron de acuerdo con lo esperado para cada mes en los años en que se desarrolló este estudio.

El terreno del campo experimental fue relativamente uniforme en relación con factores edáficos y fertilidad del suelo. Por lo tanto, las diferencias entre las medias muestrales se debieron muy probablemente a las características biológicas y de calidad de los cultivares de algodón probados.

Bajo las condiciones del sitio experimental donde se desarrolló este trabajo, hubo diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre los cultivares en rendimiento de algodón rama y algodón pluma, altura y perímetro de la planta, peso de la bellota y el número de bellotas cosechada por planta (NBCP). Los mayores rendimientos de algodón rama se alcanzaron con los cultivares L-48, L-3, L-6 y L-44. En este parámetro, el número de bellotas cosechadas por planta tuvo gran influencia para los cultivares L-48 y L-3. El cultivar L-31 tuvo el menor rendimiento de algodón rama, algodón pluma y peso de la bellota. El cultivar L-48 fue el de mayor rendimiento de algodón pluma, lo que se atribuyó a su alta tasa de desmotado (42%). Es importante destacar que este cultivar tuvo el menor desarrollo vegetativo (altura y perímetro de la planta), situación que influye positivamente en la cosecha mecanizada (Cuadro 2, Figura 3).

Se encontró una alta correlación positiva entre el

rendimiento de algodón rama y el algodón pluma y estas se correlacionaron negativamente con la altura de la planta. También se correlacionaron negativamente la altura y el perímetro de la planta con el número de bellotas cosechadas por planta. Esta situación se puede atribuir a la alta incidencias de enfermedades observada en las cápsulas de los cultivares con mayor desarrollo vegetativo. El peso de la bellota no estuvo correlacionado con las variables estudiadas (Cuadro 3). No obstante, Gunaseelau y Krishnaswami (1987) reportaron que el número de bellotas se correlaciona de forma positiva con el rendimiento.

Los resultados del estudio de cinco variables, en ocho cultivares de algodón, utilizando la técnica de componentes principales (ACP) se resumen en la Figura 2. Sin excepción, las variables estudiadas tuvieron correlaciones significativas ($p \leq 0,05$) de acuerdo con el círculo de correlación interna propuesto por Fariñas (1996). Esto se aprecia en el espacio bidimensional definido por los dos primeros componentes principales, rendimiento en rama y pluma y peso de las bellotas, los que absorbieron el 92,3% de la variabilidad total de los datos (Figura 2).

Por otra parte, atendiendo al ordenamiento de los cultivares en el espacio bidimensional y a las distancias euclidianas existentes el cultivar L-48 fue el que alcanzó el mayor rendimiento de algodón en rama y pluma con 5.575 y 2.353

Cuadro 2. Rendimientos y desarrollo vegetativo de ocho cultivares de algodón (*Gossypium hirsutum*).**Table 2.** Yield and vegetative parameter obtained with eight new cotton (*Gossypium hirsutum*) cultivars in Cuba.

Cultivares	Algodón		Peso bellota g	Bellotas no. planta ⁻¹	Tasa desmotado %	Planta	
	rama kg·ha ⁻¹	pluma kg·ha ⁻¹				altura cm	perímetro cm
L-2	4.589 bc ¹	1.791 bc ¹	4,41 bc ¹	13,0 c	39,00 b ¹	167 ab ¹	189 c ¹
L-3	5.269 ab	1.943 b	4,84 abc	14,1 b	37,25 bc	170 ab	188 c
L-6	4.872 abc	1.800 bc	4,98 ab	12,0 d	37,25 bc	168 ab	198 b
L-7	4.584 bc	1.611 bc	5,15 a	10,9 e	35,00 de	178 ab	216 a
L-20	4.244 c	1.539 bc	5,05 a	10,8 f	36,00 cd	182 a	217 a
L-31	4.171 c	1.406 c	4,15 c	13,0 c	34,00 ef	174 ab	184 c
L-44	4.671 abc	1.541 bc	4,60 abc	13,1 c	33,00 f	176 ab	159 d
L-48	5.575 a	2.353 a	4,94 ab	14,3 a	42,00 a	154 b	153 d
ES ² media	125,1 ***	61,1 ***	0,092 **	0,222 ***	0,509 ***	2,464 *	3,987 ***
CV ² , %	14,915	19,798	10,942	9,829	7,847	8,144	12,007

¹Medias en una misma columna con letras diferentes son significativamente diferentes según la prueba de rangos múltiples de Newman Keul ($p = 0,05$).

²ES = Error estándar; CV = Coeficiente de variabilidad. *, ** y *** = Diferencias significativas en la altura de la planta de los ocho cultivares a $p = 0,05$, $p = 0,01$ y $0,001$, respectivamente.

¹Means followed by the same letter with each column are not statistically different according to Newman Keul's multiple range tests ($p = 0.05$).

²SE = Standard error; CV = Coefficient of variability. *, ** and *** = Significant differences in plant height of eight cotton cultivars at $p = 0.05$, $p = 0.01$ and 0.001 , respectively.

kg·ha⁻¹, respectivamente, como lo indica su posición con relación a esas variables. Por el contrario, los cultivares L-20 y L-31 fueron los que registraron los menores rendimientos de algodón rama y pluma. Con los cultivares L-7

y L-20 se obtuvieron los más altos pesos de las bellotas (5,15 y 5,05 g·bellota⁻¹, respectivamente); un valor similar (5,5 g·bellota⁻¹) fue reportado en una variedad de algodón de ciclo precoz (Gil *et al.*, 2003). El resto de los cultivares se

Figura 2. Gráfico dual de los cultivares y las variables estudiadas. El vector correspondiente a cada variable indica la dirección en que esta aumenta. ▲ = Variables ● = Cultivares. Componentes 1 y 2 = Explica o absorbe una fracción del porcentaje total de la información que brindan las variables originales que se considera el 100%.

Figure 2. Cultivars and variables dual chart. The correspondent vector to each variable indicates the direction in which the variable increases. ▲ = Variables ● = Cultivars. Components 1 and 2 = Explain or absorb a fraction of the total percentage of the information given by the original variables, considered 100%.

Cuadro 3. Correlaciones entre variables productivas y del desarrollo vegetativo del algodón (*Gossypium hirsutum*).**Table 3.** Correlations between productive variables and vegetative variables of cotton (*Gossypium hirsutum*).

Correlaciones	Algodón rama	Desarrollo vegetativo (planta)		Bellotas	
		altura	perímetro	peso g bellota ⁻¹	número no. planta ⁻¹
Algodón pluma	0,9336 ***	-0,8910 **	-0,4710	0,3364	0,6047
Algodón rama	-	-0,8020 *	-0,5435	0,3779	0,6690
Altura de la planta	-	-	0,6647	0,0578	-0,7470 *
Perímetro de la planta	-	-	-	0,3913	-0,8411 **
Peso, g bellota ⁻¹	-	-	-	-	-0,4267

1*, ** y *** = Diferencias significativas en la altura de planta de ocho cultivares de algodón a $p = 0,05$, $p = 0,01$ y $0,001$, respectivamente.

1*, ** and *** = Significant differences in plant height of eight cotton cultivars at $p = 0.05$, $p = 0.01$, and 0.001 , respectively.

ubicó en regiones del espacio de ordenamiento bidimensional cercano al centroide, los cuales tomarían valores medios. Esta situación se puede atribuir a la fuerte presión de selección practicada a estos cultivares en generaciones anteriores (Figura 2 y Cuadro 2). Hay que destacar que la mayor tasa de desmotado (42%) la alcanzó el cultivar L-48. Este valor fue similar (41%) al obtenido por CORPOICA (2006) con el cultivar Oro Blanco LC-151; y fue similar al valor (37,5%) obtenido por Gil *et al.* (2006) en un cultivar de algodón de ciclo precoz.

Los cultivares al momento de la cosecha se presenta en la Figura 3. Los cultivares que lograron cosechar mayor cantidad de bellotas fueron los L-48, L-3, L-44, L-2 y L-31; coincidiendo con el menor porcentaje de cápsulas enfermas ocasionadas por *X. campestris* pv. *malvacearum* y antracnosis (*Colletotrichum gossypii*).

Por lo tanto, en función de estos resultados es posible concluir que el rendimiento de algodón rama y el algodón pluma de los ocho cultivares, se correlacionó negativamente con la altura de la planta. En este mismo sentido se correlacionaron la altura y el perímetro de la planta con el número de bellotas cosechadas por planta. Los cultivares L-48; L-3; L-6 y L-44 fueron los más promisorios y serán evaluados en condiciones de producción comercial.

Resumen

Se determinaron las correlaciones de las variables: rendimiento de algodón (*Gossypium hirsutum*) rama y pluma, peso por bellota,

altura y perímetro de la planta y el número de bellotas por planta a ocho cultivares de algodón obtenidos en Cuba. El rendimiento de algodón rama y el pluma se correlacionaron negativamente con la altura de la planta. Del mismo modo se correlacionaron negativamente la altura y el perímetro de la planta con el número de bellotas cosechadas por planta. El peso de la bellota no estuvo correlacionado con las variables estudiadas. Mediante la aplicación de técnicas de análisis multivariados y análisis de varianza se seleccionaron los cultivares más promisorios. Hubo diferencias estadísticamente significativas entre los cultivares en los siete parámetros biológicos estudiados, lo que correspondieron a rendimiento de algodón en rama y pluma, altura y el perímetro de la planta, tasa de desmotado, peso de bellotas y el número de bellotas cosechadas por planta. El mejor rendimiento de algodón en rama y pluma (5.575 y 2.353 kg·ha⁻¹ respectivamente) se logró con el cultivar L-48; seguido por los cultivares L-3, L-6 y L-44. La más alta tasa de desmotado (42%) se alcanzó con el cultivar L-48.

Palabras clave: Algodón pluma, algodón rama, correlaciones, cultivar, *Gossypium hirsutum*, mejoramiento de planta, variables.

Literatura citada

- Agro-bio. 2003. Variedades de algodón con color. Bio- Boletín 23 / Julio de 2003. Ministerio de la Agricultura, Instituto de Investigaciones Hortícolas Liliana Dimitrova. La Habana, Cuba. <http://english.eastday.com>. (Consultado el 21 de marzo, 2007).
- Alfonso C.A., L. Otero, R. Uriarte y B. González. 2007. Estudio Integral de los Suelos del

Figura 3. Cultivares de algodón (*Gossypium hirsutum*) al momento de la cosecha según fueron caracterizadas en este estudio.
Figure 3. Cotton (*Gossypium hirsutum*) accessions at harvesting time, characterized in this study.

- Instituto de Investigaciones Hortícolas Liliana Dimitrova. Dirección Provincial de Suelos La Habana. 41 p.
- Anónimo. 2004. Instructivo Técnico para el Cultivo del Algodón. Ministerio de la Agricultura, Cuba. 40 p.
- Anónimo. 2006. Sector Algodonero. Edición Especial. <http://www.sagpya.mecon.gov.ar/new/0-0/agricultura/otros/industriales/algodon/ediciones%20especiales/Ed.Esp.04.07.06%20prod.mundialestable.pdf>. (Consultado el 21 de marzo, 2007).
- Anónimo. 2007. Estadísticas para Algodón. <http://www.telefonica.net/web/elclubdelalgodon>. (Consultado el 21 de marzo, 2007).
- CORPOICA. 2006. Una nueva variedad de algodón, Oro Blanco LC-151: Ministerio de la Agricultura, Instituto de Investigaciones Hortícolas Liliana Dimitrova. La Habana, Cuba. http://www.corpoica.org.co/Noticias/vernoticia.asp?id_noticia=678. (Consultado el 21 de marzo, 2007).
- Fariñas, M.R. 1996. Análisis de la vegetación y sus relaciones con el ambiente mediante métodos de ordenamiento. Trabajo de Ascenso, Facultad de Ciencias Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela. 30 p.
- Gil, A.P., S. Godoy, A. Gaytán y E.A. García. 2003. Cian Precoz. Variedad de algodón de ciclo corto y tolerante a la enfermedad Secadera tardía (*Verticillium dahliae* K.). Ministerio de la Agricultura, Instituto de Investigaciones Hortícolas Liliana Dimitrova, La Habana, Cuba. <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/610/61026209.pdf>. (Consultado el 21 de marzo, 2007).
- Gunaseelau, T. y R. Krishnaswami. 1987. Asociación de ciertos caracteres poligénicos con la morfología de la hoja en cruzamientos interraciales de *Gossypium hirsutum*, L. *Coton et Fibras Tropicales* 42:127-131.
- Hernández, A., J.M. Pérez, R. Morzón, M. Morales y R. López. 1999. Correlación de la nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba, con clasificaciones internacionales (Soil Taxonomy y FAO-UNESCO) y clasificaciones nacionales (Segunda clasificación genética y clasificación de series de suelos). Instituto de Suelos, Ciudad Habana, Cuba. 47 p.
- Rodríguez, D y J. M. Carnero. 1991 *El Algodón*. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España. 242 p.