

ORIGINAL

PROGRESO GENÉTICO DEL ALGODONERO (*Gossypium hirsutum* L.) EN COLOMBIA

GENETIC PROGRESS OF COTTON (*Gossypium hirsutum* L.) IN COLOMBIA

Hermes Aramendiz¹, Miguel M. Espitia¹, Mauricio Isaza¹

Recibido para evaluación: Febrero 9 de 2010 - Aceptado para publicación: Junio 8 de 2010

RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo cuantificar el progreso genético en el rendimiento de fibra de algodón en Colombia, en el período de 1998/99 al 2007/08. La eficiencia del programa de mejoramiento genético se estimó a través de datos colectados de la introducción de variedades y líneas avanzadas evaluadas en experimentos regionales en diferentes áreas algodoneras del país. El progreso genético fue estimado para cada año considerando los cultivares comunes en dos años consecutivos, utilizando la metodología de Vencovsky et al. (1986). Los resultados indican que el progreso genético para el rendimiento de fibra fue de 121,86 kg ha⁻¹, lo cual representa un 9,14% anual, ello obedece significativamente más a efectos netamente genéticos que ambientales. Esto indica que en los diez años considerados el mejoramiento genético del algodón en Colombia ha sido eficiente para lograr progresos significativos en el rendimiento de fibra en campo. El porcentaje de fibra y peso de cápsula, poca incidencia registraron en el aumento del rendimiento de fibra, por acusar pobres ganancias anuales y ello amerita, la introgresión de genes para aumentar la base genética y obtener mejores ganancias, a través de estos componentes.

Palabras clave: *Gossypium hirsutum*, variedades, ganancia genética.

ABSTRACT

Cotton is an important agricultural, social and economic activity that is fundamental for the Colombian textile industry and oil production. The objective of this study was to quantify the genetic progress of cotton yield in Colombia from 1998/99 to 2007/08. The efficiency of the breeding program was measured with data collected on the introduction of lines and cultivars evaluated in different cotton areas from Colombia. The genetic progress for each year was assessed using the Vencovsky et al. (1986) methodology. The genetic progress for cotton yield was 121.86 kg. ha⁻¹ (9,14% yearly) this is owing to genetic effects rather than environmental influences. Those results showed that the cotton breeding program has been efficient to obtain important progresses in fiber yield in field, during the ten years of this study. The lint percentage and capsule weight, showed little effect in increasing the performance of fiber, for accusing poor earnings this year and deserves,

¹Universidad de Córdoba. Departamento de Ingeniería Agronómica y Desarrollo Rural. Carrera 6 No. 76-103, Montería, Colombia. Telefax: 4-7860255, Email: haramendiz@hotmail.com

the introgression of genes to increase the genetic base and obtain higher profits through these components.

Key words: *Gossypium hirsutum*, cultivars, genetic gain, genotypes evaluation.

INTRODUCCIÓN

En la obtención de un nuevo cultivar de cualquier especie de interés agrícola, el éxito depende del conocimiento de los principios biológicos, biométricos, agronómicos, industriales y económicos, para el aprovechamiento de la variación genética entre caracteres y plantas, a fin de identificar aquellos genotipos con mayor cantidad de alelos favorables, más eficientes y adaptados a las condiciones de cultivo, necesidades del productor y sector agroindustrial, lo que permitirá el éxito del programa de mejoramiento genético.

El cultivo del algodón representa una de las actividades agrícolas fundamental de la agricultura e industria colombiana y su mayor éxito fue logrado entre 1950 y 1978, en razón al desarrollo de la industria textil, la de aceite y la respuesta de los agricultores cuando encuentran un cultivo rentable; cuyos rendimientos aumentaron de 750 a 1500 kg ha⁻¹, asegurando su rentabilidad y mercado que estaba fuera de Colombia (Vallejo, 1985; García, 2004). Sin embargo, la característica de país productor y exportador de fibra fue perdiéndose progresivamente a partir de 1993 hasta convertirse en un importador neto de esta fibra (Espinal et al. 2005), ocupando en la actualidad el puesto 35 con una participación del 0,2% (SIS 2009).

El mejoramiento genético del algodón en Colombia, se inició en 1933 con la entrega del cultivar Vergara en la estación experimental Palmira, la cual tuvo poca duración ante la introducción de los algodones Upland de los Estados Unidos (Vallejo 1985). Posteriormente, en 1948 el gobierno nacional creó el Instituto de Fomento Algodonero, cuyo fin era realizar estudios de adaptación de cultivares introducidos y en 1968 asumió este rol el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), liberando comercialmente durante su existencia 10 variedades de algodón con rendimientos de fibra de 1400 kg ha⁻¹, lo cual representó un progreso anual con estos cultivares de 16 kg ha⁻¹ y calidad de fibra aceptada por la industria textil (Mendoza 2002).

El rendimiento del algodón - semilla en Colombia ha evolucionado de 1,5 t ha⁻¹ a 2,5 t ha⁻¹ desde 1987 hasta el 2008, con un incremento anual de 1,8%, especialmente después del año 2000, cuando superó las 2,0 t ha⁻¹ (Agronet 2008), lo que compromete su rentabilidad ante el incremento de costos de producción y la reevaluación del peso colombiano. Esta situación ocurre en otros países con tradición productora y de acuerdo a Gómez et al. (2008) ello obedece al mejoramiento genético convencional, caracterizado por la frecuente re-selección dentro de variedades, el uso extensivo de las mismas variedades por distintos mejoradores y padres estrechamente relacionados limitando el avance genético.

La cuantificación del progreso genético en un programa de mejoramiento es importante para saber cuanto ha avanzado el programa en sí, qué componentes del rendimiento deben ser mejorado y qué métodos de mejoramiento deben ser considerados para la obtención de nuevos cultivares de altos rendimientos y excelente estabilidad fenotípica.

La estimación del progreso genético en cualquier especie es mucho más precisa a través de la realización de experimentos en diferentes ambientes, con muestras representativas de los cultivares liberados y/o líneas avanzadas, ya que de lo contrario ello generaría un sesgo en la información. Cox et al. (1988) destacan que los cultivares deben ser evaluados en un ambiente común para una mejor precisión de los resultados y Slafer et al. (1994) adicionan que los experimentos deben de cumplir los siguientes requisitos para aumentar la confiabilidad de los resultados. (i) los estudios deben ser conducidos bajo condiciones de campo, (ii) las mediciones realizadas sobre la base de la población de cada unidad experimental y no de plantas individuales, (iii) los cultivares liberados en diferentes épocas deben ser estudiados simultáneamente. De igual manera, Storck et al. (2005) adicionan que los cultivares más antiguos no deben de sufrir alteraciones genéticas.

Toledo et al. (1990) y Atroch y Nunes (2000) a este respecto destacan que los costos de la anterior alternativa es muy elevado y muchos genotipos pueden ser eliminados, lo que amerita la búsqueda de nuevos métodos, que con el uso de información disponible faciliten estimar el progreso genético. Por tal motivo, Carvalho et al. (1997) destacan que el

método de Vencovsky et al. (1986) representa una nueva opción de bajo costo y altamente confiable.

Meredith (1995) en un estudio comparativo de variedades obsoletas y modernas de algodón en los Estados Unidos, reportó que los mejoradores americanos estaban logrando menos progresos en el rendimiento de fibra que los alcanzados en decenios anteriores; aduciendo que ello obedece al mayor énfasis realizado en la calidad de fibra y/o disminución de la variabilidad genética útil. De igual manera, Meredith (2006) evaluó 17 variedades convencionales y 12 transgénicas entre 2004 y 2005, encontrando que los cultivares obtenidos entre 1974 y 1995 fueron superiores en rendimientos a los liberados entre 1936 y 1965, argumentando que el incremento obedece a una reducción del peso de cápsula. Así mismo, las variedades transgénicas comercializadas entre 1996 y 2003, no superaron a las convencionales que salieron al mercado en ese mismo período.

Estudios sobre los componentes del rendimiento entre cultivares modernos y obsoletos de algodón en el estado de Arkansas (Estados Unidos) y Pakistán, reportados por Brown et al. (2001) y Iqbal et al. (2005) señalan que las variedades modernas poseen capsulas de menor peso y número de semillas por capsula y mayor cantidad de fibra por superficie en cada semilla con respecto a los obsoletos, caracterizados por mayor peso de capsulas y tamaño de semillas. De igual manera, acotaron que los cultivares modernos son mucho más sensibles al déficit de agua que los obsoletos.

En Colombia se han cultivado variedades de

fibra media y larga de origen americano en mayor proporción e igualmente, variedades colombianas en menor escala desarrolladas por el ICA y Corpoica, sin que se conozca cual ha sido el progreso genético alcanzado en los últimos 10 años. Por tal razón, el objetivo del presente trabajo fue estimar el progreso genético en el rendimiento de fibra a nivel nacional, obtenido por el mejoramiento de algodón entre los años 1998/99 a 2007/2008.

MATERIALES Y MÉTODOS

Fueron utilizados los datos de los libros de campo de Corpoica de las variables rendimiento de fibra (Kg ha^{-1}), porcentaje de fibra y peso de mota de 56 cultivares nacionales y extranjeros, correspondiente al período de mejoramiento de 1998/99 a 2007/08, y evaluados en más de cincuenta experimentos desarrollados en las zonas algodonerías del Caribe seco, húmedo, Valles interandinos y Meta. El diseño experimental utilizado en todos los experimentos fue de bloques completamente al azar, con cuatro repeticiones y un número variable de genotipos por experimento.

La ganancia genética fue estimada utilizando la metodología propuesta por Vencovsky et al. (1986). La metodología comprende el siguiente procedimiento:

- a) En primera instancia, se identificaron los genotipos comunes de años sucesivos y se calculó una media (\bar{Y}_{ci}) para cada año.
- b) Los datos colectados en 10 años, se le estimó la ganancia genética (G_a) por año, en relación a años anteriores, obtenida por el siguiente contraste:

$$G_{ak} = \bar{Y}_i - \bar{Y}_j - (\bar{Y}_{ci} - \bar{Y}_{cj})$$

Para $j > i$

Donde:

G_{ak} = ganancia genética en un par de años i y j .

\bar{Y}_i = media general de cultivares en el año i .

\bar{Y}_j = media general de cultivares en el año j , siendo $j = i + 1$;

$\bar{Y}_{ci} - \bar{Y}_{cj}$ = media general de cultivares comunes en dos años sucesivos i y j , respectivamente.

La ganancia genética total G_a fue estimada por:

$$G_a = \sum_{k=1}^{n-1} G_{ak}$$

La ganancia genética media anual estimada por:

$$G_a = \frac{\sum_{k=1}^{n-1} G_{ak}}{n-1}$$

Donde:

n = número de años

Para estimar la ganancia genética porcentual media se utilizó la expresión:

$$\bar{G}_a\% = \frac{\bar{G}_a}{\bar{Y}_1} 100$$

Donde \bar{Y}_1 es la media general del ensayo en el primer año.

Los cálculos del progreso genético se realizaron utilizando el programa computacional GENES versión Window (2004.2.1) desarrollado por Cruz (2004).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tabla 1 contiene la media general de los cultivares considerados en el estudio y la media de los cultivares comunes en dicha investigación. Cuando se comparan dichas medias, se aprecia cambios oscilatorios en el aumento del porcentaje de fibra, hecho que es

Tabla 1. Años agrícolas, número de genotipos (NG), número de genotipos comunes con relación al año anterior (NGC), media general (MG) y media de genotipos comunes (MC) para tres características de interés agronómico en algodón.

		Año agrícola											
		1998/99	1999/00	2000/01	2001/02	2002/03	2003/04	2004/05	2005/06	2006/07	2007/08		
NG	11	5	7	11	7	11	12	16	7	10			
NGC	2	2	1	4	2	5	4	2	2	1			
Porcentaje de Fibra (%)													
MG	41,41	41,20	37,37	37,80	36,37	36,63	40,51	44,80	39,91	43,17			
MC	40,00	41,15	36,20	39,57	36,45	41,12	41,52	41,60	39,25	43,17			
Peso de cápsula (g)													
MG	5,20	5,32	5,74	6,08	5,32	5,59	4,43	4,13	4,90	4,92			
MC	5,05	5,15	5,90	5,85	5,55	5,56	4,28	4,45	5,40	4,92			
Rendimiento de fibra (Kg ha⁻¹)													
MG	1096	1281	1245	1594	974	1149	735	770	1488	1395			
MC	1134	1284	1519	1615	1042	1258	770	797	1567	1395			

atribuido a la sustitución de cultivares por otros con mayores ventajas agronómicas, variación ambiental e interacción genotipo por ambiente como lo sostienen Storck et al. (2005). De igual manera, la diferencia entre las medias de los cultivares comunes que estima el efecto ambiental entre dos años consecutivos, no es proporcional entre los cultivares comunes de dicho período, lo que obedece a la interacción genotipo por ambiente, por ser un carácter de herencia cuantitativa como lo sostienen Brown et al. (2001) y Storck et al. (2005), influyendo en la estimación de la ganancia anual a causa de la sustitución de genotipos.

Es importante destacar que el número de cultivares comunes fue diferencial entre años agrícolas (Tabla 1) y en aquellos ciclos agrícola donde hubo mayor presencia de genotipos comunes, como 2001/02; 2002/03; 2003/04 y 2004/05, significa que en los experimentos hubo continuación de genotipos de porcentaje

de fibra superior y la eliminación de líneas de mala adaptación con lo señalan Ribeiro et al. (2003).

La ganancia genética estimada para el porcentaje de fibra esta contenida en la tabla 2, donde se observa un incremento medio de 0,30%, equivalente a un 3,49% durante los ciclos de estudio, para un promedio de 0,08% de ganancia genética anual. Esta ganancia es pobre y resalta que éste carácter no está siendo considerado con la importancia que merece en los programas de mejoramiento genético, especialmente en Corpoica, que es la principal institución que aportó genotipos al estudio; ya que de acuerdo a Bowman et al. (2003) y Gómez et al. (2008) ésta se realiza sobre una base genética estrecha y ello amerita la incorporación de nuevos cultivares con alto porcentaje de fibra, que al ser usados como padres, permitan la selección por un mayor porcentaje de fibra, circunstancia que debe

Tabla 2. Ganancia genética total, anual y ambiental del mejoramiento genético de algodón, durante el período 1998/99 a 2007/08, para los caracteres fibra (%), peso de mota (g) y rendimiento de fibra (kg ha⁻¹)

Ganancia	Media	Total%	Anual%
Porcentaje de Fibra (%)			
Genética	0,30	3,49	0,08
Ambiental	8,40	96,51	
Total	8,70	100,00	
Peso de cápsula (g)			
Genética	-0,03	-2,03	-0,39
Ambiental	-1,58	102,03	
Total	-1,55	100,00	
Rendimiento de fibra (kg ha⁻¹)			
Genética	-121,86	100,34	9,14
Ambiental	-0,41	-0,34	
Total	121,44	100,00	

estar asociada a cápsulas de menor tamaño con menor número de semillas por cápsulas, ya que ello permite una mayor área de superficie en la producción de fibra (Culp y Harrel 1975; Harrel y Culp 1976; Bednarz et al. 2007) y capacidad de retención de cápsulas (Iqbal et al. 2005).

El peso de cápsula registró conducta similar al porcentaje de fibra en cuanto a la diferencia entre las medias de genotipos comunes y la media general de genotipos, dado que acusó un descenso de 0,03 gramos en el peso de la cápsula, que representan un total de -2,03% y anual de -0,39% por la permanencia de genotipos desarrollados en otros países y centros de investigación nacional, carentes de adaptación a las condiciones tropicales como lo sustentan Ribeiro et al. (2003) y Atroch y Nunes (2000).

Esta respuesta negativa y poco significativa obedece a las correlaciones genéticas negativas entre el porcentaje de fibra y rendimiento de fibra con el peso de cápsula (Espitia et al. 2008), y ello sugiere, irrigar el acervo genético con variedades de características agronómicas favorables relacionadas con el peso de la cápsula, a fin de ejecutar una mayor presión de selección para la obtención de variedades de menor peso de semilla como lo sugieren Brown et al. (2001) y Bednarz et al. (2007) y causar un efecto directo sobre el rendimiento final de fibra (Ahuja et al. 2006).

A este respecto Brown et al. (2001) y Iqbal et al. (2005) indican que los cultivares modernos de algodón se caracterizan por ser precoces y tener mayor cantidad de cápsulas, menor peso y número de semillas y mayor cantidad

de fibra; ya que la selección por porcentaje de fibra conduce a un decrecimiento tanto en el peso de cápsula como en el índice de semilla (Millar y Rawlings 1967).

El rendimiento de fibra (kg ha^{-1}) a través de los diferentes años agrícolas (Tabla 1), resalta que la media de los cultivares comunes fue por lo general superior a la media general de los genotipos evaluados, a causa de la continuación en los experimentos de variedades con otros atributos agronómicos favorables, como longitud de fibra, resistencia de fibra, número de ramas fructíferas y vegetativas, número de cápsulas por planta, etc, que no fueron consideradas en la investigación y que tienen influencia en el rendimiento de fibra.

El mejoramiento genético de algodón a nivel mundial está hoy en día reorientado a cambios significativos en caracteres asociados al rendimiento como peso de cápsula, porcentaje de fibra y número de cápsulas por planta, que son los de mayor influencia sobre el rendimiento de fibra. Sin embargo, Iqbal et al. (2005) y Wang et al. (2007) señalan que la eficiencia en la obtención de cultivares mucho más productivo depende de la habilidad de manipular estos tres componentes, destacando que el número de cápsulas por planta es el principal componente y las modificaciones en la estructura de la planta en cuanto al número de ramas fructíferas con la relación a las vegetativas, al igual que la precocidad en la emisión de ramas reproductivas. Bednarz et al. (2007), reportaron que la combinación de mayor número de fibras y masa de fibra por área de semilla asociados al tamaño de semillas, deben ser considerados como criterio de selección para incrementar el rendimiento de fibra.

Ahuja et al. (2006) anotan que en el mejoramiento por rendimiento de fibra, parámetros de calidad tienen influencia divergente y ello depende de las poblaciones en estudio, en este sentido, la longitud de la fibra tiene un efecto directo negativo, en tanto que la resistencia un efecto positivo. Por lo tanto, la ganancia genética estimada para el rendimiento de fibra estimada fue de 121,86 kg ha⁻¹, equivalente a 100,34% que representan un 9,14% anual (Tabla 2) y probablemente asociado al desarrollo de nuevos cultivares de porte bajo, longitud de fibra media, resistencia superior a 27 g tex, cambios en la densidad de población y arquitectura compacta de la planta. Esta ganancia en el rendimiento de fibra es superior a la reportada por Carvalho et al. (1997) en Brasil y Constable (2000) en Australia, que registraron valores de 1%.

CONCLUSIONES

En los últimos diez años el mejoramiento genético del algodón en Colombia ha sido eficiente para lograr progresos significativos en el rendimiento de fibra en campo, incrementándose en 121,86 kg ha⁻¹.

El porcentaje de fibra y peso de cápsula poca incidencia registraron en la ganancia del rendimiento de fibra en el período de estudio.

REFERENCIAS

Agronet, 2008. Producción de algodón en Colombia, 1987-2008. Disponible en Internet: <http://www.agronet.gov.co>
Acceso :11-24-2009.

Ahuja, S.; Dhayal, L.; Prakash, R. 2006. A correlation and path coefficient analysis of components in *G. hirsutum* L. Hybrids by usual and fibre quality grouping. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 30 (6): 317-324.

Atroch, A.L.; Nunes, G.H. de S.2000. Progreso genético em arroz de várzea úmida no estado de Amapá. *Pesquisa agropecuária brasileira* 35(4):767-771.

Bednarz, C.; Nichols, R.; Brown, S. 2007. Within – Boll yield components of high yielding cotton cultivars. *Crop Science* 47 (5): 2108 – 2112.

Bowman, D.T.; May, O.L.; Creech, J.B. 2003. Genetic uniformity of the U.S. Upland cotton crop since the introduction of transgenic cottons. *Crop science* 43 (2):515-518.

Brown, R.; Oosterhuis, D.; Coker, D. 2001. Genotypic and environmental effects on partitioning in the cotton plant and boll for explaining yield variability. *Summaries of Arkansas Cotton Research Series.* 497: 64-69.

Carvalho, L.; Pereira, M.; Nunes, J.; Correia, F.; Farias, J.; Pereira, F. 1997. Progreso genético do algodoeiro herbáceo no nordeste. *Pesquisa agropecuária brasileira* 32(3): 283-291.

Constable, G. 2000. The components of high yield in Australia. *The ICAC Recorder* 13(3):18-13.

- Cox, T.S.; Shroyer, J.P.; Ben – Hui, L.; Sears, R.G.; Martin, T.J. 1988.** Genetic improvement in agronomic traits of hard red winter wheat cultivars from 1919 to 1987. *Crop Science* 28 (1): 756-760.
- CRUZ, C.D. 2004.** Programa GENES. Versao Windows. Aplicativo Computacional em Genética e Estatística. Editora UFV. Universidade Federal de Viçosa. Disponible desde Internet en: <http://www.ufv.br/dbg/genes/genes.htm>. Acceso:16-01-2005. (Consultado, enero 16 - 2005).
- Culp, T.W.; Harrel, D.C. 1975.** Influence of lint percentage, boll size, and seed size on lint yield of upland cotton with high fiber strength. *Crop Science* 15 (2): 741-746.
- Espinal, C.F.; Martínez, H.J.; Pinzón, N.; Barrios, C. 2005.** La cadena de algodón en Colombia. Una mirada global de su estructura y dinámica 1991 – 2005. <http://www.agrocadenas.gov.co>. Acceso 02-16-2010.
- Espitia, M.; Araméndiz, H. ; Cadena, J. 2008.** Correlaciones y análisis de sendero en algodón (*Gossypium hirsutum* L.) en el Caribe Colombiano. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín* 61(1): 4325-4335.
- García, J. 2004.** El cultivo del algodón en Colombia entre 1953 y 1978: una evaluación de las políticas gubernamentales. Documento de Trabajo sobre Economía Regional Banco de la República. <http://www.banrep.gov.co> . Acceso: 02- 16-2010.
- Gómez, G.; Royo, I.; Etchart, J.; Pacheco, M.; Diaz, D. 2008.** Aplicación de marcadores de ADN en el mejoramiento genético de algodón. *INTA Año VIII* (10):10-14.
- Harrel, D.C.; Culp, T.W. 1976.** Effects on yield components on lint yield of upland cotton with high fiber strength. *Crop Science* 16 (1): 205-208.
- Iqbal, M.; Iqbal, M.Z.; Ahmad, R. S.; Hayat, K.2005.** Comparison of obsolete and modern varieties in view to stagnancy in yield of cotton (*G. hirsutum* L.).*Asian Journal of Plant Science* 4(4):374-378.
- Mendoza, A. 2002.** Variedades de algodón adaptadas a los sistemas productivos de Colombia: antecedentes y proyecciones. En: Mercado, M. y Arévalo, M. (Ed). *Innovación y cambio tecnológico*. Corpoica, Bogotá, p 7-11.
- Meredith, W. 1995.** Strategies and limitations of convencional and transgenic breeding. *Proceeding of the 1995 Beltwide Cotton Conferences, National Cotton Council of America, Memphis, TN 38182, USA.* pp166-168.
- Meredith, W. 2006.** Obsolete conventional vs modern transgenic cultivar

performance evaluations. Proceeding of the 2006 Beltwide Cotton Conferences National Cotton Council of America, Memphis, TN 38182, pp 836-844.

Millar, P.A.; Rawlings, J.O. 1967. Selection for increased lint yield and correlated responses in Upland cotton, *Gossypium hirsutum* L. *Crop Science* 7(6): 637-640.

Ribeiro, N.; Possebon, S.; Storck, L. 2003. Progreso genético em caracteres agronômicos no melhoramento do feijoeiro. *Ciência Rural* 33 (4): 629-633.

SISTEMA DE INFORMACIÓN SECTORIAL (SIS). 2009. Algodón. <http://www.finagro.com> . Acceso 02-16-2010.

Slafer, G.A.; Satorre, E.H.; Andrade, F.H. 1994. Increase in grain yield in bread wheat from breeding and associated physiological changes. p. 1-68. In: Slafer (ed.) *Genetic improvement of field crops*. Marcel Dekker, Inc., New York. 1999.

Storck, L.; Bisognin, D.; Cargnelutti, A. 2005. Ganho genético decorrente da substituição anual de cultivares de milho. *Pesquisa agropecuária brasileira* 40(9): 881-886.

Toledo, J.; Almeida, L.A.; Kiihl, R.; Menosso, O. 1990. Ganho genético em soja no estado do Paraná, via melhoramento. *Pesquisa agropecuária brasileira* 25(1): 89-94.

Vallejo, R. 1985. Importancia del cultivo del algodón. pp.1-14. En: Lozano, B. *Foro Tecnológico del Algodnero*. Instituto Colombiano Agropecuario. Valledupar, junio-1985.

Vencovsky, R.; Moraes, AR.; Garcia, JC.; Teixeira, N.M. 1986. Progreso genético em vinte anos de melhoramento de milho no Brasil. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, Belo Horizonte, Anais. Sete Lagoas: Embrapa – CNPMS, p 300-307.

Wang, B.; Wangzhen Guo, W.; Zhu, X.; Yaoting Wu, Y.; Naitai Huang, N.; Zhang, T. 2007. QTL Mapping of Yield and Yield Components for Elite Hybrid Derived-RILs in Upland Cotton. *Journal of Genetics and Genomics* 34 (1):35-45.