

**EVALUACION DE VARIEDADES
TRANSGENICAS DE ALGODONERO
(*Gossypium hirsutum* . L) RESISTENTES
A GUSANO ROSADO (*Pectinophora
gossypiella* S.); II. CALIDAD DE FIBRA***

**EVALUATION OF TRANSGENIC COTTON
VARIETIES (*Gossypium hirsutum* . L) THAT
ARE RESISTANT TO PINKWORM
(*Pectinophora gossypiella* S.);
II. FIBER QUALITY**

Salvador Godoy Avila¹

Arturo Palomo Gil¹

José Luis García Hernández²

RESUMEN

Los objetivos principales de este estudio fueron: demostrar la característica de resistencia a gusano rosado (*P. gossypiella* S.) en variedades transgénicas de algodón dotadas con el gene BollgardTM y determinar los daños por esta plaga en la calidad de fibra. Para evaluar estas variables apropiadamente, en el ensayo se incluyeron los progenitores recurrentes de cada variedad transgénica (variedades sin el gen BollgardTM). Los resultados indicaron diferencias en los niveles de resistencia entre las variedades transgénicas, siendo NuCOTN 33^B y NuCOTN 35^B las más sobresalientes. En lo que se refiere a la calidad de fibra, la característica más afectada por el gusano rosado fue la finura. Respecto a la longitud y resistencia de fibra no hubo ninguna tendencia clara de diferencias entre las variedades transgénicas y sus contrapartes convencionales.

Palabras clave: Calidad de fibra, variedades transgénicas, algodón.

SUMMARY

The main objectives in this study were: 1) to demonstrate the resistance to pink bollworm (*P. gossypiella*) in transgenic cotton varieties with the BollgardTM gene in their genome and 2) to compare differences in fiber quality of transgenic varieties with their recurrent parents. To evaluate the level of resistance, recurrent parents of each transgenic variety (varieties

* Artículo enviado al Comité Editorial del INIFAP-Area Agrícola, el 5 de noviembre de 1998.

¹ Ph. D. Investigadores en Algodonero del CELALA, INIFAP.

² M. C. Estudiante de Posgrado de la UAAAN- Unidad Laguna.

without the Bollgard™ gene) were included in this trail. Results from this study indicated that there were significant differences in the level of resistance among the transgenic varieties tested, being NuCOTN 33^B and NuCOTN 35^B the most outstanding. It was also observed that fineness was the characteristic more affected by pink bollworm. Respect to fiber length and fiber strength, there were not any clear tendency of differences between transgenic varieties and its conventional varieties

Key words: Cotton fiber quality, transgenic cultivars, pinkworm.

INTRODUCCION

Uno de los problemas más importantes que limitan la productividad del algodnero lo constituyen las plagas, dentro de las cuales destacan el gusano rosado, *Pectinophora gossypiella* (Saunders); el gusano bellotero, *Heliothis zea* (Boddie); el gusano tabacalero, *Heliothis virescens* (Fabricius); la mosca blanca, *Bemisia argentifolii* (Bellowsy Perring); el picudo, *Anthonomus grandis* (Boheman); la conchuela, *Chlorochroa ligata* (Say) y el gusano soldado, *Spodoptera exigua* (Hubner). El aumento de los niveles de incidencia y la resistencia que las plagas han desarrollado contra los insecticidas sintéticos, trae como consecuencia que se tenga que incrementar las dosis y las combinaciones de los productos, lo cual ocasiona contaminación ambiental y eleva considerablemente los costos de producción.

Por ello, la tendencia de la investigación es hacia la búsqueda de métodos más eficientes de control de plagas como: incrementar el uso de insectos benéficos, fechas de siembra y manejo del cultivo, así como el desarrollo y aplicación de la ingeniería genética, por medio de la cual ha sido posible modificar algunas variedades de algodnero, mediante la transferencia de genes específicos de resistencia a plagas.

El uso de variedades transgénicas de algodnero con resistencia a plagas, a través de *Bacillus thuringiensis*, constituye una forma novedosa de control de plagas, tolerable con el ambiente y la reproducción de la fauna benéfica

del cultivo, siempre y cuando se combine favorablemente dentro de un Manejo Integrado de Plagas.

Los estudios más recientes en Estados Unidos, demuestran que utilizar la transferencia de genes específicos (Biotecnología), es un camino para lograr variedades que cumplan con las necesidades de los agricultores, ya que el manejo que se da en las variedades transgénicas no afecta sus características agronómicas conseguidas a través del mejoramiento convencional. (Watson, 1995).

Wofford (1995) menciona que la compañía Monsanto ha trabajado por más de 12 años con la introducción de genes al algodnero, con el objetivo principal de encontrar productos que ayuden al control de las plagas, haciendo compatible el crecimiento del algodnero con el cuidado del ambiente. El mismo autor señala que el primer producto obtenido de *Bacillus thuringiensis* fue el gen Bollgard™, el cual contiene una proteína con características de insecticida, que controla el complejo de insectos lepidópteros.

Begemann (1996) indica que el algodón Bollgard™ representa otro gran paso de la ciencia para el desarrollo de la agricultura y que este producto es uno de los primeros en donde un gen patentado se incluye dentro del costo de una semilla, ya que se introducirá bajo el concepto de productor con licencia.

Davis *et al.* (1995) refieren que las plantas mejoradas con la ingeniería genética, una vez que

se les ha incorporado el gene Bollgard sufren de menos pérdidas en su calidad de fibra, ya que las larvas de Lepidópteros que entran a las bellotas no logran hacer daño ni a la semilla ni a la fibra.

De acuerdo con lo anterior, los principales objetivos de este trabajo fueron: 1). Comprobar la efectividad del gene Bollgard (Bt) en el control de gusano rosado (*P. gossypiella*), y 2). Obtener información sobre el efecto que tiene en la calidad de fibra, la característica de resistencia al ataque de gusano rosado en variedades de algodónero dotadas con el gene Bollgard, comparadas con sus progenitores recurrentes.

MATERIALES Y METODOS

El presente estudio forma parte de un convenio INIFAP-Monsanto Comercial de México para la evaluación de las variedades con el gen Bollgard™. Esta última compañía realizó los trámites ante las autoridades correspondientes para llevar a cabo el estudio, el cual se estableció en el Campo Experimental de la Laguna del INIFAP, ubicado en Matamoros, Coahuila, México, durante el ciclo primavera-verano de 1996.

El experimento se sembró el 30 de mayo de 1996, con una fertilización de 146-50-0, a base de 300 kg/ha de urea más 100 kg/ha de 10-50-0. La Parcela experimental fue de seis surcos de 8 m de largo, y la parcela útil de 6 m de los 2 surcos centrales. El diseño experimental fue bloques al azar.

Después de la siembra en seco se dio un riego inicial. Posteriormente a los 38, 61, 81 y 102 días se suministraron los riegos de auxilio. Se realizaron dos aplicaciones de herbicidas: la primera al momento de la siembra con trifluralina, en dosis de 1.5 litros de producto comercial por hectárea, y la segunda con fluometuron en el primer riego de auxilio, a razón de 2 kg de producto comercial por hectárea.

En las variedades convencionales se efectuaron cuatro aplicaciones para el control de gusano rosado con triazofos, a razón de 1.5 kg/ha de producto comercial y dos aplicaciones para el

control de mosca blanca con endosulfan, en dosis de 1.5 kg/ha de producto comercial, las cuales no tuvieron efecto sobre las poblaciones de gusano rosado. En las variedades transgénicas se realizaron únicamente las dos aplicaciones para el control de mosca blanca.

Las variedades con el gene Bollgard (Bt) evaluadas fueron: NuCOTN 33^B, NuCOTN 35^B, PM 1220 BG y PM 1244 BG. Los progenitores recurrentes de éstas incluidos en la evaluación fueron: DP 5415, DP 5690, PM 1220 y PM 1244, respectivamente.

El ensayo estuvo rodeado por una barrera de 20 m de ancho sembrada con algodón no transgénico para disminuir el riesgo de que el gen Bt se transportara fuera del ensayo por el viento (polinización cruzada). Misma que se destruyó antes de la apertura de capullos mediante un paso de rastra.

Los datos que se tomaron fueron infestación de gusano rosado, número de capullos totales y capullos dañados, así como calidad de fibra. La forma en que se tomó esta información se describe a continuación:

Infestación de gusano rosado

En el pico de cada generación se tomaron 20 bellotas de cada parcela y se registró el porcentaje de infestación por gusano rosado, y el de larvas vivas de primero o segundo estadio. El criterio de aplicación de insecticidas en las variedades convencionales fue cuando se registró el 12 por ciento de bellotas infestadas por gusano rosado. Para el caso de las variedades con el gene Bollgard, cuando se observó el 12 por ciento de larvas (vivas) de rosado de primero o segundo estadio. Para el control de plagas distintas a gusano rosado, se utilizaron los productos y dosis adecuados.

Número de capullos totales y dañados

Con el objetivo de explicar las diferencias en los resultados se incluyó el análisis de número de

capullos totales y capullos sanos de cinco plantas por parcela. Para ello, después de la cosecha, los capullos se examinaron exhaustivamente y el porcentaje de éstos con daño evidente de gusano rosado se contabilizó.

Calidad de fibra

Para el análisis de la calidad de fibra se tomó una muestra de 20 capullos por unidad experimental, la cual se envió al Laboratorio de Calidad de Fibra del Campo Experimental La Laguna. Como características de calidad se consideraron: La longitud de fibra, la cual se midió en el Fibrógrafo y se expresó en mm; la resistencia de la fibra al rompimiento, se midió en el Stelometro y se representó en miles de libras por pulgada cuadrada, y la finura o grosor de la fibra, se midió en el Micronaire y se expresó en índices de micronaire.

RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 1 se presentan los valores de porcentaje de infestación de gusano rosado de cada muestreo realizado en el total de las variedades. Para esta variable el análisis estadístico indicó diferencias significativas entre variedades. Los valores de porcentaje de infestación obtenidos en las transgénicas fueron significativamente menores a los de sus respectivos progenitores recurrentes. Se observa que en las primeras no se llegó a valores de porcentaje de infestación que rebasaran el umbral económico establecido (12 por ciento de bellotas infestadas) para las variedades convencionales. En cambio, en los progenitores, los valores de porcentaje de infestación indicaron la necesidad de realizar una aplicación de insecticida específico para gusano rosado, después de cada uno de los cuatro muestreos (Cuadro 1).

Se observa que las variedades convencionales tuvieron un porcentaje de infestación estadísticamente igual, no así las transgénicas que mostraron algunas diferencias significativas, siendo en general NuCOTN 33^B y NuCOTN 35^B las de menores niveles de infestación.

En el Cuadro 2 se presenta el porcentaje de larvas (vivas) de gusano rosado en los primero y segundo estadios. Ninguna de las variedades transgénicas registró larvas vivas, con lo cual se tomó la decisión de no aplicar insecticidas en ninguna ocasión.

En general las variedades transgénicas mostraron menores incidencias de la plaga, debido a que muchas de las larvas que intentaban penetrar en las bellotas morían y quedaban atrapadas en el carpelo de la bellota, por lo que no se detectaron durante los muestreos, las que lograban atravesar esa capa murieron al alimentarse de la fibra, esto por la protección que el gene Bollgard confiere en la planta (Watson, 1994; y Wofford, 1996).

Cuadro 1. Porcentaje de infestación de gusano rosado en diferentes variedades de algodónero. CELALA, CIRNOC. INIFAP. 1996.

Variedades	Fecha de Muestreo			
	Agosto 2	Septiembre		
		8	18	15
DP 5415	21.2 a*	22.5 ab	13.7 ab	25.0 a
NuCOTN 33 ^B	2.5 d	2.5 d	10.0 b	6.2 bc
DP 5690	16.2 ab	28.7 a	7.5 b	21.2 a
NuCOTN 35 ^B	3.7 cd	3.7 bc	12.5 b	6.2 bc
PM 1220	16.2 ab	22.5 ab	25.0 a	22.5 a
PM 1220 BG	6.2 bcd	10.0 cd	7.5 b	11.2 b
PM 1244	20.0 a	28.7 a	15.0 ab	21.2 a
PM 1244 BG	7.5 bcd	15.0 bc	7.5 b	2.5 c

* Valores con la misma letra son estadísticamente iguales (Duncan 0.05).

Cuadro 2. Porcentaje de larvas (vivas) de primero y segundo estadios en bellotas de variedades de algodónero. CELALA, CIRNOC. INIFAP. 1996.

Variedad	Fecha de muestreo			
	Agosto 28	Septiembre		
		1	8	15
DP 5415	21.2	22.5	13.7	25.0
NuCOTN 33 ^B	0	0	0	0
DP 5690	16.2	28.7	7.5	21.2
NuCOTN 35 ^B	0	0	0	0
PM 1220	16.2	22.5	25.0	22.5
PM 1220 BG	0	0	0	0
PM 1244	20.0	28.7	15.0	21.2
PM 1244 BG	0	0	0	0

Número de capullos totales y sanos

En el Cuadro 3 se muestran los resultados de número de capullos totales y sanos en cinco plantas de las variedades evaluadas. Se observa que para ambas características se detectaron diferencias estadísticamente significativas. La variedad DP 5415 fue la más sobresaliente en lo que se refiere a número de capullos totales (con 49), lo cual indica que tiene un alto potencial en cuanto a número de bellotas y que posiblemente se refleje en rendimiento, siempre y cuando se le proteja efectivamente de las plagas.

Los valores siguientes en importancia los tuvieron las variedades DP 5690, con 46 capullos totales en cinco plantas y sus contrapartes transgénicas NuCOTN 33^B y NuCOTN 35^B con 40 y 46 capullos totales en cinco plantas, respectivamente.

Los valores más bajos los presentaron todas las variedades Paymaster, tanto convencionales como transgénicas.

Sin embargo, en lo referente al número de capullos sanos las transgénicas superaron a sus progenitores recurrentes, lo que indicó que tal como menciona Meredith, 1995; Watson, 1994; Wofford, 1996, las variedades dotadas con el gene Bollgard poseen un grado de resistencia alto al ataque de gusano rosado.

El mayor número de capullos sanos los tuvieron las variedades NuCOTN 33^B y NuCOTN 35^B con 40 y 46 capullos sanos en cinco plantas.

Calidad de fibra

Los valores de longitud, resistencia y finura de la fibra se presentan en el Cuadro 4. El análisis de varianza, detectó diferencias significativas al nivel de 0.05 entre variedades para las tres variables estimadas.

Respecto a la longitud de la fibra, se observó que en general, las variedades Deltapine presentaron mejores valores que las variedades

Paymaster; el máximo valor de longitud se obtuvo en la variedad transgénica NuCOTN 35^B. No se encontró una tendencia que indique diferencias claras entre las variedades transgénicas y sus respectivos recurrentes.

En cuanto a la resistencia de la fibra, al igual que para la longitud, los valores de esta característica registrados por las variedades Deltapine fueron significativamente superiores a los de resistencia obtenidos por las variedades Paymaster, (Cuadro 4).

Las variedades Deltapine presentaron valores de resistencia de la fibra estadísticamente iguales. En cambio, en las variedades Paymaster, las transgénicas mostraron valores de resistencia estadísticamente superiores a los obtenidos por las variedades convencionales.

Cuadro 3. Número de capullos totales y sanos en cinco plantas de diferentes variedades de algodónero. CELALA, CIRNOC. INIFAP. 1996

Variedad	Total de capullos ¹	Capullos sanos ²
DP 5415	49 a*	24 b
NuCOTN 33 ^B	40 bc	40 a
DP 5690	46 ab	20 c
NuCOTN 35 ^B	46 b	46 a
PM 1220	33 d	18 c
PM 1220 BG	29 e	28 b
PM 1244	29 e	18 c
PM 1244 BG	29 e	27 b

* Valores con la misma letra son estadísticamente iguales. (D.M.S.0.01)
¹ D.M.S. = 7.93; ² D.M.S. = 7.33

Cuadro 4. Calidad de fibra de diferentes variedades de algodónero. CELALA, CIRNOC. INIFAP. 1996.

Tratamiento	Longitud (mm)	Resistencia ¹	Finura ²
DP 5415	29.4 ab*	88 a	3.4 c
NuCOTN 33B	29.3 abc	88 a	4.4 a
DP 5690	28.3 de	88 a	3.8 bc
NuCOTN 35B	29.5 a	88 a	4.2 ab
PM 1220	27.8 e	79 e	3.6 c
PM 1220 BG	28.8 cd	42 c	3.8 bc
PM 1244	28.5 d	81 cd	3.4 c
PM 1244 BG	28.4 d	85 b	3.8 bc

* Valores con la misma letra son estadísticamente iguales (Duncan 0.05)

¹ Miles de libras sobre pulgada cuadrada; ² Unidades de Micronaire.

La finura de la fibra resultó la característica más afectada por el gusano rosado. Las variedades Deltapine tuvieron valores significativamente superiores a los estimados en las variedades Paymaster, lo cual, en general, se explica básicamente por el hecho de ser diferentes genotipos.

Las variedades convencionales fueron afectadas significativamente en sus respectivos valores de finura de la fibra, esto en comparación con las variedades resistentes a plagas.

CONCLUSIONES

1. Se demostró la resistencia al ataque de gusano rosado en las variedades de algodónero dotadas con el gene Bollgard.
2. La característica de calidad más afectada por el gusano rosado fue la finura de fibra.
3. Las variedades PM 1220 BG y PM 1244 BG mostraron niveles aceptables de resistencia a rosado, pero su número de capullos no fue satisfactorio.
4. Por su alta resistencia al ataque de rosado y su mayor número de capullos, las variedades transgénicas NuCOTN 33^B y NuCOTN 35^B son una buena alternativa para los productores de la Comarca Lagunera.

LITERATURA CITADA

- Davis, M. K., Layton, M. B., Varner, J. D. and Little, G. 1995. Field evaluation of Bt transgenic cotton in the Mississippi Delta. Beltwide Cotton Production Research Conferences. San Antonio, Tx. 771 p.
- Begemann, B. D. 1996. Plans for introduction Bt cotton. Beltwide Cotton Production Research Conferences. San Antonio, Tx. 164 p.
- Meredith Jr., W. R. 1995. Strengths and limitations of conventional and transgenic breeding. Beltwide Cotton Production Research Conferences. San Antonio, Tx. 166-167 p.
- Watson, T. F. 1995. Impact of transgenic cotton on pink bollworm and other lepidopteran insects. Beltwide Cotton Production Research Conferences. San Antonio, Tx. 759 p.
- Wofford, T. 1995. Transgenic cotton variety plants. Beltwide Cotton Production Research Conferences. San Antonio, Tx. 168 p.