

EFECTO DE DOS SISTEMAS DE LABRANZAS EN GENOTIPOS TRANSGENICOS DE ALGODON (*Gossypium hirsutum* L.) EN EL VALLE DEL SINU

EFFECT OF TWO CULTIVATION SYSTEMS ON TRANSGENIC COTTON (*Gossypium hirsutum* L.) GENOTYPES IN THE MID SINU VALLEY

William Rafael Morales¹, Nora Jiménez²

RESUMEN

Contribuir al diseño de un plan de manejo para genotipos transgénicos, acorde con las condiciones ambientales de la zona del Valle del Sinú, permitirá la optimización del uso de esta tecnología. Es de interés establecer una línea base de información de manejo de los genotipos transgénicos de algodón mediante la evaluación de sistema de labranza eficiente y rentable en el uso de las variedades RR (Roundup Ready) y Bt (*Bacillus thuringiensis*). El trabajo se realizó en el C.I. Turipaná, se utilizó un diseño de parcelas divididas (factores: labranza y variedad), con tres repeticiones. La altura de la planta fue menor en el sistema de labranza convencional, las condiciones de la siembra directa permitieron mayor conservación de agua almacenada en el suelo y crecimiento de las plantas. La altura no fue afectada por la variedad, el número de ramas, motas, retención de estructura por posición y sitios con aborto de frutos no fueron afectados por los factores analizados ni su interacción. Las variedades Delta Opal y NuOpal fueron superiores en rendimientos a los presentados por la variedad RR; esta diferencia del rendimiento se debió posiblemente al efecto que produce el gen incorporado en la variedad RR sobre la fisiología de la planta. La siembra directa presentó condiciones favorables tales como mayor retención de humedad para que se exprese un mayor peso de mota en las variedades evaluadas. Económicamente el mejor tratamiento fue siembra directa con material Delta Opal con una tasa de retorno marginal de 18,4%

Palabras claves: Labranza convencional, gen, glifosato, Bt

ABSTRAC

To contribute to the design of a plan of handling for transgenic genotypes, agreed with the environmental conditions of the Sinú valley, will allow the optimization of the use of this technology. It is of interest to establish a line base of handling information for the transgenic cotton genotypes by means of the evaluation of system of efficient and profitable farming in the use of the varieties RR and Bt. The work

¹Ingeniero Agrónomo Ms.C. Investigador Plan Nacional Algodón, Corpoica, Turipaná.

²Ingeniero Agrónomo, Ms.C. Investigador, Línea MIP, Corpoica, Turipaná

was made in the C.I. Turipaná, a design of divided parcels was used (factors: farming and variety), three replicates. The height of the plant was lower in the conventional system farming, the conditions of movement of the ground in direct seedtime did not allow to greater conservation of the stored water and growth in the cotton plants. The height was not affected by the variety. The number of branches, specks, retention of structure by position and sites with abortion of fruits were not affected by the factors analyzed nor its interaction. The varieties Opal Delta and NuOpal were superior in yields to the presented/displayed ones by variety RR. This difference of the yield was possibly due to the effect of the gene incorporated in the variety RR on the physiology of the plant. Direct seedtime presented/displayed favorable conditions such as greater humidity retention so that a greater weight of speck is expressed. Economically the best treatment was direct Sowing of Opal Delta with a rate of marginal return of 18,4%.

Key words: Conventional cultivation, gene, glifosato, Bt

INTRODUCCION

La biotecnología agrícola es un conjunto de recursos para mejorar la productividad agrícola, con creciente éxito y aceptación. La Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) publicó en Junio de 2004 un informe sobre los cultivos transgénicos, el cual dice que entre 1996 y 2003 el área mundial de cultivos transgénicos ha aumentado 40 veces, pasando de 1.7 millones ha en 1996 a 67.7 millones ha en 2003. Este incremento en el área se debe a que 7 millones de agricultores en 18 países del mundo decidieron adoptar esta tecnología. En la actualidad la mayor concentración del área de siembra se encuentra en seis países: Estados Unidos, Argentina, Canadá, Brasil, China y Sudáfrica, los cuales responden por el 99% del área mundial sembrada con cultivos transgénicos (García, 2004).

En Colombia, fue en el Valle del Sinú en el año 2003, después de 5 años de pruebas adelantadas por el ICA, donde se inicia la siembra comercial de algodones modificados genéticamente (Bollgard), con 6800 ha de la variedad NuOpal (Bt), resistente a plagas lepidópteras. También, de manera simultánea, en la cosecha 2004-2005 se iniciaron las pruebas semicomerciales con algodones transgénicos Roundup Ready (RR), que ofrecen tolerancia a glifosato.

Las multinacionales propietarias de estos materiales modificados genéticamente como Monsanto, el Departamento de Agricultura (USDA) y algunas universidades de los Estados Unidos investigan en este tema con el objeto de diseñar un plan de manejo acorde con las condiciones ambientales y socio-económicas de cada zona en particular. En otros países esta responsabilidad es de las instituciones de investigación agropecuaria. Ante este panorama, el aporte que puede dar la investigación nacional en la optimización del uso de variedades modificadas genéticamente (evaluación, ajuste y generación de tecnologías complementarias), es importante para la expansión y establecimiento de estas tecnologías. En el departamento de Córdoba, más del 60% del área se siembra con algodones transgénicos (principalmente Bt), lo cual representa una inversión de alto valor para el agricultor (Corpoica, 2004). Debido a lo anterior, se requiere brindar acompañamiento técnico al productor sobre los últimos desarrollos tecnológicos que permitan el éxito del cultivo, desde su fase de establecimiento (buena germinación de semilla), hasta su cosecha. Como respuesta a estas problemática se planteó un estudio que tuvo como objetivo la evaluación del efecto de la siembra directa y la labranza convencional sobre el comportamiento de variedades transgénicas de algodón RR y Bt en el Valle del Sinú.

MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se realizó en la temporada algodonera 2004 - 2005 en el C.I. Turipaná, ubicado en la zona algodonera del Valle Medio del Sinú, Caribe Húmedo Colombiano (coordenadas 8º, 31' N y 75º 58' W, 13 m.s.n.m). El suelo del área de ensayo presenta textura franco arcillosa, con densidad aparente de 1.12 g cm³ y con estructura moderadamente estable, clasificado taxonómicamente como Fluvaquentic endoaquept franco (Martínez, 2004), con promedios de 2.2% de materia orgánica y pH de 5.9. La incidencia de plagas fueron corregidas mediante controles químicos secuenciales. La siembra del ensayo se realizó el 12/09/2004. Para determinar el mejor sistema de labranza para la siembra de genotipos transgénicos de algodón (Bt y RR) se utilizó un diseño de parcelas divididas, siendo la parcela principal el sistema de preparación de suelo y la subparcela la variedad sembrada (Delta Opal, NuOpal y RR) con tres repeticiones. La unidad experimental constó de 10 surcos de 10 m de largo separados a 80 cm y cinco plantas por metro. Los sistemas de labranza evaluaron fueron: 1) Convencional, con un pase de rastra y dos pases de pulidor; 2) Siembra directa o labranza cero consistente de siembra sobre el rastrojo del cultivo anterior.

El manejo de las malezas en los sistemas de siembra directa y labranza convencional se realizó con una aplicación total en presiembra de glifosato (RoundUp®). Los controles postemergentes se realizaron con aplicaciones dirigidas de Glufosinato de amonio (Finale®) en el sistema de siembra directa, y Finale® y Karmex® en el sistema de labranza convencional en las variedades Delta Opal y NuOpal, mientras que en la variedad RR (en siembra directa y labranza convencional) se aplicó en forma total RoundUp Spectra® cuando las planta presentaron 4 hojas verdaderas, con una segunda aplicación 15 días después dirigida

al surco tocando la base del tallo.

Se realizó un mapeo de la planta al momento de la cosecha en donde se midieron las siguientes variables de respuestas: Altura de planta, número de ramas reproductivas, porcentaje de retención de estructuras reproductivas, número motas a cosecha y los componentes del rendimiento: peso de mota, porcentaje de fibra, rendimiento algodón semilla y rendimiento de fibra.

RESULTADOS Y DISCUSION

La Tabla 1 registra los análisis estadísticos efectuados a altura de plantas, número de motas, ramas reproductivas y abscisiones. En términos generales, se encontraron diferencias en la altura de la planta, por efecto del sistema de labranza. La altura de las plantas fue significativamente favorecida por el sistema de siembra directa con respecto a la siembra convencional, en este último sistema las plantas presentaron una altura inferior en 9 cm. Las condiciones de no-movimiento del suelo en la siembra directa permitieron mayor conservación del agua almacenada previamente (precipitación de 24 mm antes de la siembra), lo que permitió mayor desarrollo vegetativo inicial con respecto a la labranza convencional donde se conserva menor humedad del suelo. En este último sistema, el agua que se encontraba almacenada en el suelo fue expuesta a las altas temperaturas del día con la consecuente pérdida por evaporación, ocasionando plantas con menos desarrollo. La disponibilidad de agua (lluvias) durante la época de desarrollo del ensayo fue de 154 mm y hubo necesidad de efectuar dos riegos suplementarios de 14 mm cada uno para suplir las necesidades del cultivo. Lo anterior permite concluir que cuando se requieran realizar siembras de algodón en el mes de octubre, es mejor no hacer ningún tipo de movimiento de suelo para evitar perder el agua almacenada en el suelo de los meses anteriores producto de las precipitaciones.

Tabla 1. Datos promedio de altura, número de motas, ramas reproductivas y abscisiones y la significancia de los factores sistema de siembra, variedad y su interacción. Cosecha 2004-2005, Valle medio del Sinú.

Factor	Altura	No. Ramas	No. Motas	No. Abscisiones	Retención (%)
Labranza (L)	*	n.s	n.s	n.s	n.s
Convencional	99.1 b**	11.4	10.4	13.7	47.4
Siembra Directa	108.4 a	11.7	11.7	13.7	44.5
Variedad (V)	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s
Delta Opal	101.3	11.9	11.3	13.9	46.3
NuOpal	104.4	11.5	11.7	13.4	47.8
Roundup Ready	105.2	11.3	10.1	13.8	43.8
LxV	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s
C.V. (%)	6	5.8	13.3	8.9	10.3
Media	103.6	11.6	11.0	13.7	46.0

*, Significancia al nivel del 5% de probabilidad, n.s representan diferencias no significativas.

** , Resultados con la misma letra no son diferentes de acuerdo con Tukey

C.V. Coeficiente de variación

La altura de las plantas no fue afectada por la variedad, debido a que los tres genotipos tienen el mismo origen genético. De otro lado, las variables de respuestas número de ramas, motas y sitios con aborto de frutos no fueron afectadas por los factores analizados ni su interacción.

La retención de estructuras reproductivas al momento de la cosecha no fue afectada por el sistema de labranza, variedad ni su interacción (Tabla 1). En promedio el porcentaje de retención de estructuras en la planta fue del 46%. La etapa crítica en la retención de las estructuras es a partir de los 60 días después de la emergencia (DDE) o sea cuando se inicia llenado de las cápsulas, ya para esta época las condiciones de suelo son muy iguales como para causar diferencias entre los sistemas de labranza o variedades.

Se observaron diferencias en los rendimientos de algodón semilla y fibra por efecto de la variedad (Figura 1). Los rendimientos de

algodón semilla y fibra de las variedades de algodón Delta Opal (2903.7 y 1325 kg ha⁻¹) y NuOpal (2945.3 kg ha⁻¹ y 1257.7 kg ha⁻¹) fueron en este ensayo superiores a los presentados por la variedad RR (2544.3 kg ha⁻¹ y 1014.5 kg ha⁻¹). En lo referente a rendimiento algodón semilla las variedades Delta Opal y NuOpal superan en 359.4 Kg ha⁻¹ y 401.0 Kg ha⁻¹ respectivamente a la RR y en 310.5 Kg ha⁻¹ y 239.2 Kg ha⁻¹ en rendimientos de algodón fibra. Estos resultados son muy parecidos a los reportados por Cornerhouse (1999), que sostiene que los cultivos transgénicos que se siembran hoy en día no han aumentado significativamente las cosechas y que en algunos casos; su rendimiento es menor que el de las variedades convencionales del mismo cultivo. Las practicas de labranzas utilizadas no influyeron sobre los rendimientos de algodón semilla y fibra tal como lo reporta Martínez (2004), quien evaluó diferentes sistemas de labranza en el Valle del Sinú.

Esta diferencia del rendimiento, se debe posiblemente por un lado al efecto que produce el gen incorporado en las plantas transgénicas sobre la fisiología de la planta. Joensen y Mae-wan (2004) reporta que la

solla RR presenta un 10% menos de rendimiento que las variedades convencionales, debido a un menor desarrollo de raíces, menor formación de nódulos y más baja fijación de nitrógeno.

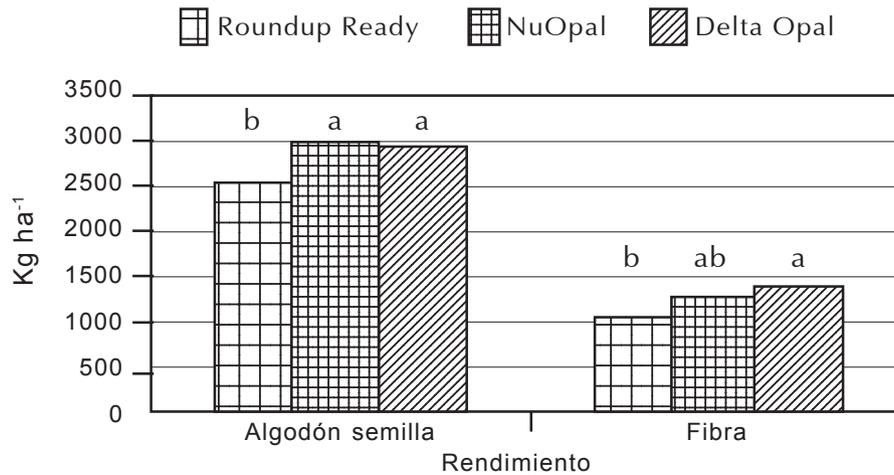


Figura 1. Efecto del genotipo sobre el rendimiento de algodón semilla y algodón fibra. Valle del Sinú, Temporada algodonera 2004 - 2005.

Los resultados obtenidos en el estudio concuerdan con los reportados por Rankin (1998) donde las variedades convencionales registraron mejor comportamiento en rendimientos que las variedades RR. Igualmente en pruebas de campo a gran escala con cultivos RR, realizadas en Puerto Rico en 1992, los científicos de Monsanto registraron rendimientos significativamente menores, que promediaron disminución hasta 11.5% menos en tres de las siete pruebas realizadas. En 1997, muchos de los primeros productores que sembraron el algodón RR en el delta del Mississippi estadounidense, se quejaron de su bajo rendimiento y mala calidad, observando que las cápsulas se desprendían prematuramente y eran deformes. Iguales resultados fueron

reportados por Altieri (1999), quien reporta que el algodón tolerante al glifosato no mostró aumento significativo del rendimiento en ninguna región donde fue evaluado. Esto fue confirmado en otro estudio que examinaba más de 8000 pruebas de campo, donde se encontró que las semillas de solla RR producían menos soja que variedades similares producidas convencionalmente.

La siembra directa favoreció las condiciones para los mayores pesos de motas, con un incremento de 0.7 g con respecto a la labranza convencional. Esto se debe posiblemente, a las mejores condiciones de suelo que permitió una mayor disponible de agua durante todo el ciclo del cultivo (Figura 2).

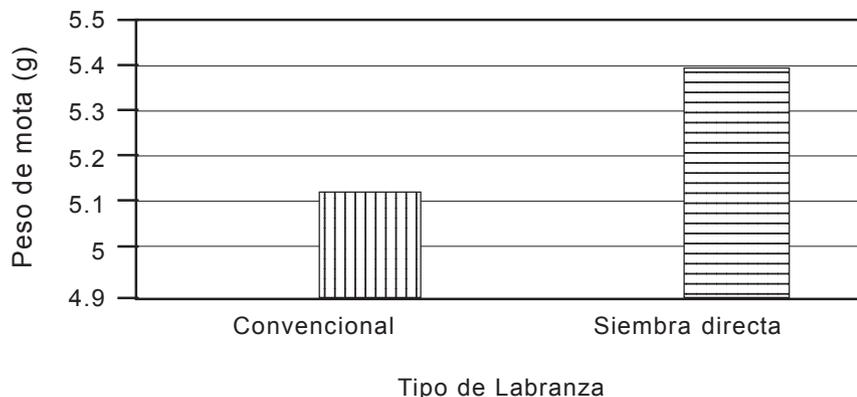


Figura 2. Efecto de los sistemas labranzas sobre el peso de la mota de algodón. Valle del Sinú, Temporada algodонера 2004 - 2005.

Con el fin de conocer el comportamiento económico de las distintas alternativas de manejo del cultivo que incluyen sistemas de siembra directa y convencional y las diferentes variedades de algodón (RR, Bt y Opal), se hizo un análisis económico utilizando la técnica del presupuesto parcial y el análisis marginal. Con esta información

se evalúan las ventajas económicas de los tratamientos desde el punto de vista del Beneficio Neto y Tasa de Retorno Marginal. La información sobre las alternativas tecnológicas que combinan sistemas de labranza con variedades se presenta en la Tabla 2.

Tabla 2. Análisis económico de alternativas tecnológicas de manejo del algodnero 2005

Tratamientos	Costos variables	Ingreso neto
Siembra directa + RR	1100.10	3150.31
Siembra directa + Bt	1324.40	3604.14
Siembra directa + Opal	1142.60	3931.33
Convencional + RR	1240.10	2396.67
Convencional + Bt	1437.40	2764.50
Convencional + Opal	1255.60	2671.95

Fuente: Cálculos Antonio Martínez Reina con base en Trabajo de Campo, 2005

La técnica del presupuesto parcial recomienda ordenar los tratamientos con relación al costo variable, en este caso el valor de la tecnología (valor de la semilla + valor de la prima), uso de herbicidas y costo de las aplicaciones de herbicidas e

insecticidas por ha cultivada de algodón transgénico y no transgénico. Igualmente se calcula el ingreso neto, es decir, el ingreso bruto menos los costos variables. Aquellos tratamientos que registren un aumento en el costo variable y una disminución en el

ingreso neto con relación al costo se definen como tratamientos dominados y son excluidos de la recomendación; por tanto, en la tabla sólo se presentan los tratamientos no dominados.

La información presentada indica que todos los tratamientos tienen ingreso neto positivo, lo que significa que los ingresos son superiores a los costos. En estas circunstancias todos serían objeto de recomendación.

Sin embargo, al aplicar el análisis marginal se encuentra que los tratamientos: siembra directa con material Bt, siembra convencional con material RR, convencional con material Bt y convencional Opal resultaron dominados por presentar ingresos netos más bajos y costos variables más altos.

Por su parte los tratamientos recomendables económicamente son Siembra directa con material RR y Siembra directa con la variedad Delta Opal convencional los cuales presentan ventajas económicas con relación a los demás. El mejor tratamiento desde el punto de vista de la Tasa de Retorno Marginal fue siembra directa con la variedad Delta Opal convencional con una Tasa de Retorno Marginal de 18.37% lo que significa que por cada peso invertido se generan 18.37 centavos adicionales. El análisis muestra que todos los tratamientos son susceptibles de recomendar pero éste último es el que presenta mejores ventajas económicas. Lo que está mostrando el análisis es que la utilización de siembra directa trae beneficios económicos por encima de los otros métodos de labranza (Tabla 3).

Tabla 3. Análisis marginal para tratamientos no dominados 2005

Tratamientos	Costo Variable (CV)	Ingreso Neto (IN)	Incremento IN	Incremento CV	Tasa Retorno Marginal
Siembra directa RR	1110100	3150310			
Siembra directa Delta Opal	1142600	3931325	781015	42500	18,37

Fuente: Cálculos Antonio Martínez con base en trabajo de campo, 2005

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La siembra directa favoreció el crecimiento de la planta de algodón y peso de la mota, debido posiblemente a las mejores condiciones de suelo y mayor retención de agua disponible durante todo el ciclo del cultivo.
- El porcentaje de retención de estructuras reproductivas en la planta no fue afectado por sistema de labranza ni por el uso de variedades transgénicas.
- La variedad transgénica Roundup Ready presenta menores rendimientos de algodón semilla que las variedades de algodón Delta Opal y NuOpal; los rendimientos de la variedad RR fueron 12.8% menores que las otras variedades.
- La mejor opción para el agricultor desde el punto de vista económico es la siembra directa con la variedad Delta Opal en el sistema de siembra convencional con una Tasa de Retorno Marginal de 18.37%.
- El uso de variedades transgénicas es positivo en todos los casos, pero la tasa de retorno marginal disminuye debido al

costo de la tecnología como es el caso de la variedad NuOpal y por menores niveles de producción en la variedad Roundup Ready.

- El mejor sistema de labranza para los algodones del tipo RR es la siembra directa, sin preparación de suelo.

AGRADECIMIENTOS A

La Corporación Colombiana de Investigaciones Agropecuaria CORPOICA-Turipaná y al Plan Nacional de Algodón Convenio Corpoica-Fondo de Fomento Algodonero.

BIBLIOGRAFIA

Altieri, M. 1999. Diez razones por las cuales los OGM no solucionaran nada. http://www.eco-sitio.com.ar/diez_razones.htm. [Accedido 8 - 1 - 2005].

Cornerhouse. 1999. Biodiversidad sustento y culturas. Falsas promesas de la industria biotecnológica. <http://www.grain.org/biodiversidad/?id=71> [Accedido 27-5-2005]

CORPOICA. 2004. Costos de producción cosecha de algodón 2003 –2004. Documento en edición.

García, D. 2004. Biotecnología a raudales, el poder de los transgénicos. <http://www.cazurrabit.com/comun/sumario/> [Accedido 1-08-2004]

Joensen, y Mae-wan, 2004. La paradoja de los transgénicos en Argentina. <http://www.pampagrinda.com.ar/agropecuaria/soja/soja-trans.htm> [Accedido 2-23-2005]

Martínez, 2004. Efecto de tres sistemas de labranza sobre algunas propiedades físicas en un endoaquet, el desarrollo de las raíces y rendimientos de maíz y algodón en le valle del Sinú. Tesis M.Sc. Universidad Nacional de Colombia. Palmira.

Rankin, M. 1998.Crops and Soils Agent - Fond du Lac County. University of Wisconsin – Extension. <http://www.uwex.edu/ces/crops/RRsoybn.htm>. [Accedido 12-26-2204]