AGROSAVIA

Corporación colombiana de investigación agropecuaria

Sanjuanera 151 OMG

Foto: Rafael de Oro

Variedad de algodón para el **Caribe Seco** con doble transgénesis

GOBIERNO DE COLOMBIA

MINAGRICULTURA

Autores

Eduardo Barragán Quijano
Investigador Ph.D., Centro de investigación Nataima - AGROSAVIA.
Correo: ebarragan@agrosavia.co

Víctor Manuel Núñez Zarantes
Investigador M.Sc., Centro de investigación Tibaitata - AGROSAVIA.
Correo: vnunez@agrosavia.co

Iván Javier Pastrana Vargas
Investigador M.Sc., Centro de investigación Motilonia - AGROSAVIA.
Correo: ipastrana@agrosavia.co

Jorge Cadena Torres
Investigador Ph.D., Centro de investigación Turipaná - AGROSAVIA.
Correo: jcadena@agrosavia.co

Corporación colombiana de investigación agropecuaria (AGROSAVIA)

Centro de Investigación Motilonia, kilómetro 5 vía a Becerril, Agustín Codazzi, Cesar. Código postal 202050, Colombia

Centro de Investigación Turipaná, kilómetro 13, Vía Montería-Cereté, Córdoba. Código postal: 230550, Colombia

Centro de Investigación Tibaitatá, kilómetro 14 vía Mosquera-Bogotá, Mosquera, código postal 250047, Colombia

Centro de Investigación Nataima, kilómetro 9, vía Espinal-Chicoral, Tolima. Código postal 733520, Colombia

Cláusula de responsabilidad: AGROSAVIA no es responsable de las opiniones e información recogidas en el presente texto. Los autores asumen de manera exclusiva y plena toda responsabilidad sobre su contenido, ya sea este propio o de terceros, declarando en este último supuesto que cuentan con la debida autorización de terceros para su publicación; igualmente, declaran que no existe conflicto de interés alguno en relación con los resultados de la investigación propiedad de tales terceros. En consecuencia, los autores serán responsables civil, administrativa o penalmente, frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros relativa a los derechos de autor u otros derechos que se hubieran vulnerado como resultado de su contribución.

Noviembre de 2018

Introducción

La variedad Sanjuanera-151 OMG es una variedad de fibra media con tolerancia al herbicida glifosato (gen cp4 epsps) y a algunas especies de insectos de importancia económica de la familia Lepidopterae (genes cry 1Ac y cry 2Ab), lo que permite obtener beneficios como reducción en el número de aplicaciones de insecticidas, mayor facilidad y flexibilidad para el control de malezas, eliminación de labores de control manual de malezas y beneficios ambientales, como disminución de la erosión del suelo y menores riesgos de contaminación ambiental por derivación de productos químicos. Para la obtención de esta variedad de algodón con características transgénicas, se utilizó el método de retrocruzamiento entre una variedad transgénica (DeltaPine® 143 B2RF) y una línea convencional (LC-151), a través del cual se transfieren los genes de la primera (donadora de genes) a la segunda (variedad de interés). El procedimiento involucró la realización de cuatro generaciones de retrocruzamiento hacia el progenitor femenino LC-151 (RC1, RC2, RC3 y RC4), y dos autofecundaciones que permitieron seleccionar la línea experimental LC-151 BG2RF, la cual fue evaluada en pruebas replicadas de rendimiento, pruebas regionales y pruebas de evaluación agronómica durante cinco años bajo las condiciones del Caribe seco en los departamentos de Cesar y La Guajira. La línea seleccionada se caracteriza por su alto rendimiento (~ 3,0 ton ha^{-1}), adaptación general a las zonas productoras de la subregión del Caribe seco y excelentes características de calidad de fibra para la industria textil nacional.

Características generales varietales

La variedad Sanjuanera 151 OMG tiene adaptación específica a condiciones del Caribe seco. Bajo condiciones de cultivo óptimas, con buen manejo de nutrición, riego y control de crecimiento, las plantas de la variedad Sanjuanera-151 OMG crecen erectas con promedio de altura de 144 cm, dependiendo de las condiciones de fertilidad y humedad del suelo. Las plantas adultas presentan tallos con pubescencia débil a media y en el ápice del tallo pubescencia media a fuerte. La forma de la planta es globosa con un bajo porcentaje de plantas cilíndricas (2,5%) y cónicas (4,4%), con fructificación agrupada y puede presentar hasta 22 nudos.

Las hojas de las plantas de la variedad Sanjuanera-151 OMG presentan pubescencia débil a ausente y predominantemente pentalobuladas. Las flores y el polen de la planta son de color crema. Las cápsulas son de forma redondeada a oval con punta media a fuerte. Poseen hasta un 50% de cápsulas con cinco lóculos conteniendo entre siete a diez semillas por cada uno.

Fenología de la planta

La emergencia se registra entre los primeros 5-8 días después de la siembra, la emisión de botones florales aproximadamente a los 30 días después de emergencia (dde), la floración a los 45 dde y la apertura de capsulas a los 90 dde. Estos periodos fenológicos dependen de las condiciones ambientales de la zona productora.

Características de producción de Sanjuanera-151 OMG

Característica varietal	Caribe seco
Rendimiento algodón-semilla (t ha^{-1})	3,01
Rendimiento de fibra (t ha^{-1})	1,27
Porcentaje de fibra (%)	41,97
Peso de motas (g)	5,22
Índice de fibra	7,5
Índice de semilla	10,5

La variedad Sanjuanera-151 OMG presenta rendimientos similares al genotipo original, la línea avanzada LC-151 (3,0 t ha^{-1}), en relación a algodón semilla, superando en condiciones normales del cultivo la 1,0 t ha^{-1} y alcanzando en ocasiones hasta las 2,0 t ha^{-1} de fibra.

Características de calidad de fibra de Sanjuanera-151 OMG

Característica	Caribe seco
Longitud (mm)	28,09
Uniformidad (%)	84,03
Resistencia (g/Tex)	32,89
Finura (Micronaire)	4,90

En términos de calidad de fibra para la industria textil nacional, la variedad Sanjuanera-151 OMG cumple con los parámetros exigidos por el Laboratorio de Fibras Diagonal, especialmente en términos de resistencia (>28g/tex) y longitud (>28 mm). La resistencia de fibra es uno de los parámetros de calidad más castigados por la industria nacional, la variedad ha mostrado estabilidad para esta característica en condiciones de Caribe seco.

Recomendaciones de manejo agronómico

La variedad Sanjuanera-151 OMG se puede manejar de acuerdo con las prácticas agrícolas comúnmente utilizadas por productores en las diferentes subregiones naturales donde se cultivan variedades transgénicas de algodón. Sin embargo, se debe prestar especial atención al control de crecimiento del cultivo (como se describirá más adelante).

Requerimientos de suelo

Se recomiendan suelos con buenas propiedades físicas como estructura, densidad aparente, textura (franco-arenosa a franco-arcillosa) y drenaje. Para las propiedades químicas, un asistente técnico debe realizar un análisis químico y su respectiva interpretación de acuerdo a su fertilidad, capacidad de intercambio catiónico y conductividad eléctrica.

Preparación de suelos

Se recomienda realizar estudios de las condiciones físicas del suelo mediante pozos de observación (o calicatas) con el fin de determinar el tipo de labranza que se debe efectuar. Para la siembra de esta variedad, de forma general, se recomienda realizar un pase de arado de cincel de acuerdo con las condiciones físicas del suelo. Esta labor debe hacerse, en lo posible, cada uno o dos años. Se recomienda el uso de labranza mínima o reducida; y el uso de rastra y rastrillo pulidor, solo de ser necesario.

Esta variedad debe establecerse en balcones con una distancia entre ellos de 0,85 m. Si el lote es de textura pesada se deben elaborar zanjas de drenaje para evitar encharcamientos.

Material de siembra

La semilla se debe tratar con un fungicida e insecticida para proteger la planta del ataque de insectos plaga (áfidos y trozadores) y enfermedades *(damping-off)* en los primeros estadios del desarrollo. Además, se recomienda aplicar la bacteria fijadora de nitrógeno *(Azotobacter chroococum)*, denominada comercialmente como Monibac®, a razón de 500 cc por 10 kg de semilla de algodón, humedeciendo la semilla profusamente con el bioproducto y dejando secar bajo sombra para posteriormente sembrar. La siembra debe realizarse teniendo en cuenta las fechas de siembra establecidas por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), las cuales se restringen al segundo semestre para la subregión de Caribe seco.

Control del crecimiento

A partir del momento del inicio de emisión de botones florales o siete nudos totales se debe realizar el monitoreo de crecimiento de la planta mediante muestreos semanales, identificado por el valor en centímetros producto de la medición de la longitud de los últimos cinco entrenudos, de tal forma que cuando este valor esté entre 20 cm a 25 cm, se deberá aplicar el regulador cloruro de mepiquat.

Establecimiento

La cantidad de semilla para el establecimiento es de 8 a 10 kg de semilla (deslintada) por hectárea, para una densidad poblacional de 58.000 a 60.000 plantas por hectárea. Sin embargo, se sugiere que antes de la siembra se realice una prueba de germinación para ajustar cantidad de semilla a utilizar por metro, de tal forma que se garantice la población recomendada.

Al tener esta variedad tecnología Bollgard II®, se debe establecer un área considerada refugio en las proporciones de 96/4 o 80/20 con una variedad sin esta tecnología (convencional), de acuerdo a la reglamentación del ICA.

La siembra se debe realizar con una sembradora neumática a una profundidad no mayor a 3 cm. Este implemento debe ser previamente calibrado para ajustar la cantidad de siembra dejada por metro lineal y garantizar que la semilla no quede descubierta. Esta labor se debe realizar con una humedad del suelo cercana a la capacidad de campo o realizar riego inmediatamente después de terminar la siembra.

Manejo de insectos plaga y enfermedades

Al tener la tecnología Bollgard II®, posee un control de hasta un 70% de la población de insectos de la familia Lepidopterae, por lo que se recomienda realizar evaluaciones semanales de la incidencia y el porcentaje de daño de cada uno de los insectos lepidópteros y realizar el control usando los criterios de umbrales de daño. De ninguna manera se podrá realizar aplicación de insecticidas a base de *Bacillus thuringiensis* ni se podrá hacer control de lepidópteros por ningún método dentro del área de refugio si se utiliza la relación 96/4.

Sanjuanera 151 OMG no es tolerante al picudo del algodonero, por lo que se recomienda el muestreo semanal desde la etapa de emisión de botones florales hasta la cosecha para realizar los respectivos controles, ya sean por focos o generalizados, pero siempre teniendo en cuenta los umbrales de daño.

Para el control de insectos chupadores, se recomienda evitar las altas dosis de fertilizantes nitrogenados y mantener la planta en un buen estado hídrico; es decir, evitar el estrés por sequía. Además, se debe realizar un muestreo de la incidencia y el porcentaje de daño para aplicar los controles (etológicos, biológicos, mecánicos o químicos), siguiendo los criterios del umbral de daño y el estado del desarrollo del insecto.

Sanjuanera 151 OMG no presenta tolerancia a enfermedades, especialmente ramulosis, por lo que para su manejo se recomienda realizar evaluaciones de incidencia y severidad con el propósito de efectuar los respectivos controles teniendo en cuenta los criterios de manejo de la enfermedad en cuestión. La variedad se desarrolla satisfactoriamente con una aplicación preventiva de fungicidas de amplio espectro en prefloración.

Manejo de arvenses

La variedad Sanjuanera 151 OMG posee tecnología Round Up Ready Flex®, por lo que es tolerante al herbicida glifosato. Para garantizar el funcionamiento de esta, se recomienda utilizar el producto comercial glifosato; las aplicaciones se deben realizar a partir de la cuarta hoja verdadera de la planta hasta el inicio de la floración. Esta variedad tolera una dosis acumulada de hasta nueve litros por hectárea durante su ciclo de vida, por lo que se recomienda que por cada aplicación se use una dosis máxima de tres litros por hectárea.

Teniendo en cuenta que este herbicida no se puede aplicar hasta después de la formación de la cuarta hoja verdadera, es recomendable realizar aplicaciones de herbicidas preemergentes con el objetivo de evitar la competencia con malezas durante la fase de establecimiento.

En caso de escapes de malezas después del inicio de la floración, se podrá aplicar herbicidas selectivos de forma dirigida a la maleza. Por ningún motivo se podrá aplicar sobre el cultivo de algodón el herbicida Finale®, puesto que esta variedad es susceptible a este producto.

Se sugiere que las aplicaciones de los controles de malezas se realicen con base en muestreos de incidencia, porcentaje de cobertura y estado del desarrollo de la maleza.

Fertilización

Con base en el análisis químico de suelos, se debe realizar una calibración de la cantidad de fertilizante a aplicar, acorde con las características de cada lote o finca. En términos generales, para esta variedad se recomienda realizar el cálculo para una producción de cuatro toneladas por hectárea de algodón semilla, basado en una extracción de nutrientes por hectárea de 50 a 55 kg ha-1 de N_2, 30 a 35 kg de P_2O_5, 55 a 60 kg K_2O, 50 a 55 kg de CaO, 12 a 15 kg de MgO, 7 a 10 kg S. Los elementos deben ser distribuidos en cuatro aplicaciones, como se explica a continuación.

Primera abonada: aplicar 100% del fósforo (120 kg por hectárea de fosfato diamónico), 50% de los elementos menores (25 kg por hectárea), y 100% del calcio (80 kg por hectárea).

Segunda abonada: realizarla entre 5 y 7 nudos, aplicando un porcentaje de 33% del total de nitrógeno y potasio.

Tercera abonada: llevarla a cabo al inicio de la emisión de las flores, aplicando un porcentaje de 33% del total de nitrógeno y de potasio.

Cuarta abonada: realizarla al inicio de la emisión de las cápsulas, aplicando el resto porcentual del 33% de nitrógeno y de potasio.

Cosecha

Ayudantes de cosecha

La aplicación del defoliante se debe realizar cuando más del 80% de las cápsulas de la planta esté completamente abierto, este punto se tiene que identificar con base en un muestreo del número de cápsulas abiertas y totales.

La cosecha de esta variedad se puede realizar de forma manual en un solo pase o de manera mecanizada con una cosechadora previamente calibrada. Posterior a esto, se debe proceder a destruir los residuos de cosecha y a la eliminación de plantas espontáneas siguiendo los criterios definidos por el ICA.

Análisis de costos

La utilidad recibida por la producción de fibra de algodón con la variedad Sanjuanera 151 OMG puede ser cercana a los $ 2.000.000 con índices de beneficio/costo hasta de 1,42. En promedio, la utilidad es de $ 1.598.471 con un índice de beneficio/costo medio de 1,35, es decir, que por cada millón de pesos invertido, se alcanza a recuperar la inversión y, además, se obtiene una utilidad promedio de $ 350.000.

Subregión	Localidad	Utilidad	Relación B/C
Caribe seco	San Juan del Cesar	$ 1.983.778	1,42
	Codazzi	$ 1.213.164	1,27

Referencias bibliográficas

Barragán, E., & Pastrana, I. (2018). *Poblaciones transgénicas (resistencia a glifosato y tolerancia a lepidópteros) de algodones de fibra de color, fibra para hilatura de rotor y resistencia a ramulosis* (informe técnico final de proyecto). Mosquera, Colombia: AGROSAVIA.

Harlan, H. V., & Pope M. N. (1922). The use and value of back-crosses in small-grain breeding. *The Journal of Heredity, 13*(7) 319–322.

Head, G.P., & Dennehy, T. (2010). Insect Resistance Management for Transgenic Bt Cotton. En U. B. Zehr. (Ed.), *Cotton: Biotechnological Advances* (pp.113-125). Heidelberg, Alemania: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Más información

Departamento de Desarrollo de Negocios

Correo: productos@agrosavia.co

Línea de atención nacional gratuita

01 8000 12 15 15

Sanjuanera 151 OMG

AGROSAVIA

Corporación colombiana de investigación agropecuaria

AGROSAVIA

Corporación colombiana de investigación agropecuaria

Más información:

Departamento de Desarrollo de Negocios
Correo: productos@agrosavia.co

Línea de atención nacional gratuita:
01 8000 12 15 15