

Modelo productivo

para el cultivo de **maíz** y **soya** en la
altillanura colombiana
(paquete tecnológico)

Modelo productivo para el cultivo de maíz y soya en la altillanura colombiana (paquete tecnológico)

Autores

Samuel Caicedo G.
Luis Fernando Campuzano
Andrés Camilo Hernández
Herbintoy Alfonso
Tatiana Paola Olarte
Sandra Xiomara Pulido C
César Augusto Jaramillo Salazar

Mosquera, Colombia, 2012

Modelo productivo para el cultivo de maíz y soya en la Altillanura colombiana: (paquete tecnológico) / Samuel Caicedo G. [y otros seis]. – Mosquera (Colombia): Corpoica, 2012.

43 páginas: ilustraciones, datos numéricos

Incluye referencias bibliográficas

ISBN e- Book: 978-958-740-185-1

1. *Zea mays* 2. *Glycine max* 3. Aplicación de abonos 4. Labranza 5. Híbridos 6. Siembra 7. Gestión de lucha integrada I. Aguilar, Paula Andrea II. Jaramillo Noreña, Jorge III. Arguello, Orlando IV. Valencia Cardona, Carolina V. Saldarriaga Cardona, Alegría VI. Martínez Reina, Antonio María VII. Forero, Cesar Augusto VIII. Franco, Germán.

Palabras clave normalizadas según Tesauro Multilingüe de Agricultura Agropec

Catalogación en la publicación – Biblioteca Agropecuaria de Colombia

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria Corpoica

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

Esta publicación es el resultado del convenio de cooperación 069 de 2011 (Contrato 1724) de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica), financiado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) y la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica).

Serie: Modelos productivos

Preparación editorial

Editorial Corpoica

editorial.corpoica@corpoica.org.co

Editora: Liliana Gaona García

Línea de atención al cliente: 018000121515

atencionalcliente@corpoica.org.co

www.corpoica.org.co



https://co.creativecommons.org/?page_id=13

Citación sugerida: Caicedo-Guerrero, S., Campuzano-Duque, L. F., Hernández, A. C., Alfonso, H., Olarte, T. P., Pulido-Castro S. X., Jaramillo-Salazar, C. A. (2012). *Modelo productivo para el cultivo de maíz y soya en la altillanura colombiana (paquete tecnológico)*. Mosquera, Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica)

Cláusula de responsabilidad: Corpoica 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.

Contenido

| | |
|---|-----------|
| Capítulo I | |
| Maíz y soya: contexto internacional | 7 |
| Capítulo II | |
| El maíz y la soya en Colombia..... | 9 |
| Capítulo III | |
| Potencial del maíz y de la soya en la altillanura, como despensa de materias primas para la agroindustria..... | 10 |
| Capítulo IV | |
| Sistema de producción rotación maíz-soya..... | 13 |
| Preparación del terreno | 14 |
| Labranza mínima o reducida..... | 16 |
| La labranza cero o siembra directa..... | 16 |
| Capítulo V | |
| Materiales: variedades o híbridos por sembrar | 19 |
| Caso soya | 19 |
| Caso maíz..... | 21 |
| Rotación de cultivos y épocas de siembra | 23 |
| Épocas de siembra | 26 |
| Métodos y densidad de siembra | 29 |
| Capítulo VI | |
| Fertilización | 30 |
| Efecto de la inoculación en soya..... | 31 |
| Ventajas de la inoculación con la cepa ICA J-96 de Rhizobiol | 33 |
| ¿Cómo inocular?..... | 33 |
| Capítulo VII | |
| Control de malezas..... | 35 |
| Capítulo VIII | |
| Manejo y control de plagas..... | 36 |
| Capítulo IX | |
| Manejo de enfermedades en soya | 38 |
| Capítulo X | |
| Cosecha..... | 39 |
| Bibliografía..... | 41 |

Listado de figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1. Cultivo de soya en la Altillanura | 10 |
| Figura 2. Cultivo de maíz en la Altillanura | 11 |
| Figura 3. Preparación del suelo con arado de cincel | 15 |
| Figura 4. Incorporación de correctivos al suelo | 15 |
| Figura 5. Tipos de implementos de labranza vertical utilizados en la labranza mínima o reducida. | 16 |
| Figura 6. Siembra directa de soya en la Altillanura plana colombiana | 17 |
| Figura 7. Siembra del nuevo cultivo sobre la soca del cultivo anterior..... | 18 |
| Figura 8. Panorámica cultivo de soya en la Altillanura. | 19 |
| Figura 9. Variedad de soya Corpoica superior 6. | 20 |
| Figura 10. Variedad de soya Corpoica sabana 7. | 20 |
| Figura 11. Características del híbrido de maíz H 108..... | 21 |
| Figura 12. Característica del híbrido de maíz H 111. | 22 |
| Figura 13. Esquema recomendado para el establecimiento de sistemas de rotación soya/maíz en la Altillanura plana | 24 |
| Figura 14. Característica del híbrido de maíz H 111. | 24 |
| Figura 15. Esquema recomendado para el establecimiento de sistemas de rotación arroz/soya en la Altillanura plana. | 25 |
| Figura 16. Esquema de siembras de soya sugerido para el primer semestre del año para la Altillanura plana colombiana, y de maíz para el segundo semestre | 28 |
| Figura 17. Raíz de soya nodulada | 32 |
| Figura 18. Soya sin inocular (izquierda) y soya inoculada (derecha)..... | 32 |
| Figura 19. Cosecha a granel de grano de soya. | 40 |
| Figura 20. Cosecha mecanizada del grano de soya. | 40 |

Listado de tablas

Tabla 1. Recomendaciones de siembra de maíz para las condiciones de Altillanura 29

Tabla 2. Comparación de costos de recolección (en porcentaje) de los sistemas de recolección a bulto versus sistema a granel en el piedemonte y la Altillanura 39

Capítulo I

Maíz y soya: contexto internacional

El maíz y la soya, al igual que otros cereales y tuberosas como la yuca, además de integrar la dieta de la alimentación humana se utilizan como materias primas en la elaboración de alimentos balanceados para animales, en particular aves y cerdos.

El principal productor de maíz es Estados Unidos, que consume casi el 86% de su producción y solo exporta el 14% restante. Esto significa que gran parte de la cosecha se transa dentro de su propio país, de manera que los precios internacionales del grano se determinan allí. La demanda mundial de maíz pasó de 199 millones de toneladas en 1960/1961 a 805 millones de toneladas en 2009/10, crecimiento equivalente a 2,83% promedio anual.

Los países que registraron la mayor demanda en el último año (2009/10) fueron Estados Unidos (34,75%), China (19,75%), los miembros de la Unión Europea (7,45%), Brasil (5,77%) y México (3,82%). Aunque los mayores incrementos anuales se han presentado en Vietnam (13,73%) y Corea del Sur (11,33%), es en Estados Unidos y China donde la demanda ha mantenido tasas de crecimiento sostenido desde 1960 (2,38 y 4,65% en promedio anual, respectivamente).

Por su parte, la soya, debido a su gran valor proteico, entre 36 y 42%, es un componente fundamental en la agricultura moderna para la producción de alimentos concentrados de alto uso en avicultura y porcicultura. Es un cultivo mecanizable, que ofrece una posibilidad viable para la producción racional y sostenida con base en la rotación de cultivos, lo cual garantiza la conservación y el mejoramiento del potencial productivo del suelo.

Los principales países productores de la oleaginosa son Estados Unidos, Brasil, Argentina y Paraguay. En 2009, Estados Unidos exportó el 43% de su producción, Brasil el 39, Argentina el 13 y Paraguay el 74. La demanda mundial por ella mantuvo una tendencia creciente durante el periodo 1964-2010, de 30 millones de toneladas en 1964 a 236 millones de toneladas en 2010. Los mayores crecimientos se presentaron en India, que pasó de demandar 12.000 toneladas en 1964 a 7,7

millones de toneladas en 2010, y Turquía, que pasó de 4.000 a 1,3 millones de toneladas en el mismo periodo.

Los países con mayor participación en la demanda mundial de soya 1964/1965 fueron Estados Unidos (47,87%), China (24,37%) y Japón (6,74%). Si estos resultados se comparan con las participaciones por el mismo concepto en el año 2009/2010, se encuentra que nuevos jugadores han entrado al mercado de la soya: Argentina (16,14%), Brasil (14,62%), la Unión Europea (5,84%) e India (3,29%). Argentina y Brasil no solo se han constituido en países demandantes sino también en importantes productores de soya en el mundo

El incremento de la demanda mundial de maíz y soya desde 1961 ha ido de la mano con aumentos de la producción. En el caso del maíz, la mayor producción se debe principalmente a mejoras en los rendimientos, que se han más que duplicado, y en menor medida al aumento del 50% registrado en el área cosechada. En la soya se explican por los mayores rendimientos de los cultivos, que también se han más que doblado, y por la mayor área cosechada, que se ha cuadruplicado.

Se espera que la demanda mundial de maíz y soya continúe creciendo a tasas dinámicas. Según proyecciones del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA, por su sigla en inglés), el consumo mundial de maíz pasará de 803,2 millones de toneladas en 2009/10 a 939,7 millones en 2019/20. Esta demanda provendrá especialmente de China, que pasará de consumir 159 millones a 201,4 millones de toneladas; Brasil crecerá de 45,5 a 52,5 millones, e India lo hará de 17,4 a 22,9 millones.

Asimismo, se espera que el consumo mundial de soya se incremente de 235,2 millones de toneladas en 2009/10 a 290,2 millones en 2019/20. Especialmente responderán por él China, que pasará de 54,6 a 77,3 millones de toneladas; Brasil, de 9,3 a 12,7 millones; e India, de 34,7 a 42,3 millones.

Capítulo II

El maíz y la soya en Colombia

Entre los años 2010 y 2011 el área cosechada de maíz aumentó alrededor de 9%, de 231.037 a 252.151 hectáreas; en ese periodo mantuvo su participación en el total del área cosechada en el país alrededor del 17%. Por su parte, la ocupación aumentó en cerca de 20.000 empleos directos en el periodo mencionado, debido principalmente al aumento de las áreas tecnificadas, principalmente en café, y de las siembras en la Altillanura (Fenalce, 2011).

Las importaciones de maíz amarillo aumentaron de 1,7 millones de toneladas en 2001 a 3,6 millones en 2011. Colombia se considera como un importador neto, condición que no ha variado sustancialmente. Los principales proveedores de maíz amarillo para Colombia son Estados Unidos (77%), Argentina (20%) y Ecuador (3%). El alto porcentaje de importación proveniente de Estados Unidos se entiende en buena medida por la diferencia del costo unitario por tonelada del importado frente al producido en el país; mientras en ese país fue de 96 dólares, en Colombia osciló entre 114 en Córdoba, y 140 en la sabana nativa del Meta (Observatorio Agrocadenas, 2004). No obstante, la situación actual demuestra la necesidad de un fuerte viraje que conduzca a reducir gradualmente las importaciones y sustituirlas por la producción nacional, fomentando el cultivo en áreas con mayor competitividad. Esta proyección se asocia directamente al cambio abrupto del precio internacional como consecuencia de la utilización en Estados Unidos de casi el 20% para la producción de etanol.

Si bien el país había venido registrando una mejora en su producción interna de maíz, que entre 2000 y 2005 creció 55% (de 1,2 a 1,9 millones de toneladas), para el periodo comprendido entre 2006 y 2010 la misma disminuyó de 1.473.027 a 1.268.764 toneladas, al tiempo que las importaciones aumentaron 28,5%, lo que configura un déficit permanente en la balanza comercial. En igual periodo el consumo aparente creció 39,5%, es decir, más de 1 millón de toneladas (de 3 a 4,2 millones) (Agrocadenas, 2006; Fenalce, 2011). Se estima que el 65% del volumen de consumo aparente de maíz amarillo tiene como fin la producción de alimentos balanceados.

Capítulo III

Potencial del maíz y de la soya en la altillanura, como despesa de materias primas para la agroindustria

La búsqueda de la productividad, la competitividad y la sostenibilidad de la cadena avícola y porcícola en el país son un imperativo en los tiempos de globalización de los mercados. Según Fenavi (2006), por sus particularidades y la extensión de su cadena, la industria avícola ofrece posibilidades interesantes para desarrollar un esquema de "clusters", con el propósito de reubicar las fuentes de producción, procesamiento, aprovechamiento y acceso a los mercados (internos y de exportación). Se trata de cohesionar los diferentes agentes económicos y sociales relacionados con esa actividad, para permitir el manejo de economías de escala en los diferentes procesos.

Uno de estos "clusters" se localizaría en la Altillanura plana de la Orinoquía, en donde es posible producir maíz y soya con costos inferiores a los de introducción del bien importado (Fenavi, 2006) (Figuras 1 y 2).



Figura 1. Cultivo de soya en la Altillanura



Figura 2. Cultivo de maíz en la Altillanura

Los bajos precios de la tierra y la abundante disponibilidad de agua lluvia (especialmente en el primer semestre) contribuyen a lograr una producción de maíz sin aplicar riego, y a reducir los costos de producción de la tonelada de grano. Este programa se asocia con la necesidad de desarrollar acciones conjuntas entre el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR), la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica), la Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas (Fenalce), el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (Cymmit), Coagro, gremios y eslabones de la cadena avícola-porcícola, para continuar generando las tecnologías apropiadas (en este caso el componente genético), que faciliten el desarrollo del cluster proyectado.

El cultivo del maíz en Colombia posee condiciones favorables para su expansión, debido principalmente al precio internacional asociado a la reducción de los volúmenes excedentes exportables de Estados Unidos, donde se tiene proyectado utilizar el grano como principal fuente de biomasa para los procesos de producción de etanol como biocombustible. El precio internacional actual de 250 dólares, que tiende a llegar en el futuro cercano a los 252 dólares, representa para Colombia condiciones de competitividad, pues los precios actuales del producto nacional oscilan entre 200 y 300 dólares en las dos regiones de mayor competitividad (Caribe húmedo y Altillanura).

En este contexto, la Altillanura plana colombiana presenta, según los diferentes actores de la cadena, las mejores ventajas comparativas como efecto principalmente del costo de la tierra y la disponibilidad de un excelente régimen hídrico para la producción. De hecho, entre los años 2005 y 2006 el costo de producción por tonelada en esta región se estimó en 125 dólares, con tendencia a reducirse hasta 110 dólares.

Es menester entonces, continuar con el proceso de la revolución tecnológica realizada por Corpoica, Fenalce y Cimmyt, con miras a generar tecnologías apropiadas para convertir sabanas nativas en sabanas productivas con materiales genéticos colonizadores como el H-108 y el H-111. Los mismos son tolerantes a aluminio y bajos contenidos de fósforo, que han representado en un periodo relativamente corto la incorporación de más de 5.000 hectáreas en un sistema de producción maíz-soya.

Capítulo IV

Sistema de producción rotación maíz-soya

Una de las principales problemáticas de la producción de soya es la utilización de una sola variedad, la soyica P-34 (95% del área del país) (Valencia et al., 2006), posicionada por más de diez años en el mercado nacional por su alto potencial en producción de grano en suelos de mediana a alta fertilidad.

Es de resaltar que los sistemas productivos monovarietales son de alto riesgo por su vulnerabilidad a factores bióticos y abióticos adversos, como es el caso de la mencionada soyica P-34, que a pesar de ser una variedad susceptible al aluminio del suelo se siembra a gran escala en la Altillanura colombiana, como consecuencia de la falta de disponibilidad de semillas de variedades adaptadas.

La utilización de variedades de soya de baja adaptación en zonas productoras o potenciales y no compatibles con los sistemas de rotación predominantes en cada región, ha contribuido a la reducción significativa de los beneficios económicos del sistema productivo y de las áreas de siembra. Esta situación se puede acentuar con los tratados de libre comercio en los que la apertura y globalización de los mercados exige altos niveles de competitividad. La tasa de cambio y los altos costos de producción interna son factores económicos que contribuyen ostensiblemente a la importación de soya de países como Estados Unidos (soya subsidiada), Brasil, Argentina, Paraguay y Bolivia, donde prevalece la economía de escala.

Con base en esta necesidad, Corpoica ha desarrollado variedades adaptadas a las condiciones de la Altillanura plana, como también para los suelos mejorados de piedemonte y Altillanura. Entre ellas se encuentra la variedad Corpoica Superior 6, que es precoz con adaptación a los suelos mejorados de esa geografía; y la variedad Corpoica Sabana 7 con adaptación a los suelos ácidos de la Altillanura plana.

El sistema de rotación de cultivos permite mejorar la fertilidad en el suelo y facilita el manejo de malezas, plagas y enfermedades, los cuales en un sistema de monocultivo tienen una alta participación en los costos de producción y terminan siendo limitantes en la producción de los cultivos de maíz y de soya. La estrategia de rotación de cultivos de tipo leguminosa (soya) y gramínea (maíz) posibilita mejorar la capacidad productiva de los suelos, mediante la incorporación de nitrógeno fijado

y aportados a ellos gracias a la actividad simbiótica de la soya; aumentar su contenido de materia orgánica mediante la incorporación de los residuos de cosecha; y crear un medio propicio para el desarrollo de microorganismos benéficos, como es el caso de las bacterias fijadoras de nitrógeno (Rizobium), y las promotoras de crecimiento vegetal (Azospirillum y Azotobacter).

De acuerdo con lo anterior, la producción de materia prima para alimentos balanceados en la Altillanura es una alternativa que puede llegar a ser competitiva en los mercados internacionales, si se ejecuta de manera sostenible.

Preparación del terreno

Los suelos de la Orinoquía presentan limitaciones químicas, físicas y biológicas para el buen crecimiento y desarrollo de las raíces de los cultivos; por tanto, es necesario realizar prácticas adecuadas de manejo y conservación para conducirlos gradualmente hacia modelos de producción competitivos y sostenibles.

En el establecimiento de sistemas de producción agrícolas en esa región es importante el concepto de la "construcción de suelo" mediante un manejo apropiado que evite su degradación; lo que implica el mejoramiento integral y la corrección de problemas edafológicos intrínsecos antes de poder implantar sistemas conservacionistas como la siembra directa.

En sabana nativa se recomienda hacer la preparación temprana del suelo entre octubre y noviembre. Consiste en realizar un pase de rastra seguido por la aplicación de las enmiendas o correctivos (teniendo en cuenta llevar el suelo a una saturación de bases aproximadamente al 50%), seguido de un pase de cincel rígido (figura 3). Las cales dolomitas necesitan de un periodo mínimo de 30 días de suelo húmedo para su apropiada reacción. En suelos de la Altillanura plana donde se va sembrar por primera vez, se requieren entre 2 y 3 toneladas de cal dolomita, cantidad que va disminuyendo en las siguientes siembras.

Se debe aplicar la cal con encaladora, incorporarla con el pase de rastra o arado de cincel rígido, procurando profundizar preferiblemente hasta los primeros 20 cm desde la superficie (figura 4). En zonas de sabana, con uno o dos años de rotación de

cultivos, se recomienda verificar que el suelo cumpla con la saturación de bases requerida por el cultivo.



Figura 3. Preparación del suelo con arado de cincel



Figura 4. Incorporación de correctivos al suelo

Los sistemas de labranza de conservación disminuyen la intensidad del sobrelaboreo del suelo, y de esa manera se reducen los costos de producción, se evita la erosión y se favorece la conservación de las propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo, haciendo más competitiva y sostenible la producción de cultivos anuales.

Labranza mínima o reducida

Es correctiva y se recomienda para las condiciones de piedemonte o Altillanura, con el fin de mejorar las condiciones físicas que limitan el buen desarrollo de las raíces de los cultivos (figura 5). En este tipo de labranza se deben disminuir los pases de preparación máximo a tres labores, incluyendo la desbrozada o guadañada de la soca; se recomienda el uso de cinceles vibratorios de 0-20 cm de profundidad y rígidos mayores de 30 cm, según los niveles de compactación que tenga el suelo. Estas labores se deben realizar en suelos con contenido de humedad a capacidad de campo. En los que presenten problemas de degradación y compactación, es indispensable el uso de cinceles y abonos verdes, hasta la recuperación total.



- Reducción en el número de pases.
- Dejar mínimo 30% de los residuos de cosecha.
- Menores pérdidas de M. O. y emisión de CO₂.



Figura 5. Tipos de implementos de labranza vertical utilizados en la labranza mínima o reducida.

La labranza cero o siembra directa

Consiste en sembrar un cultivo sobre el rastrojo de un cultivo anterior, sin una gran remoción de ese suelo (figura 6). Pero la siembra directa es mucho más que eso: es

una tecnología conservacionista. Básicamente apunta a preservar los componentes más importantes de los recursos naturales, como son el suelo y los nutrientes requeridos por las plantas; estos últimos, asociados a moléculas orgánicas, son liberados o mineralizados a la solución del suelo, y se tornan disponibles mediante procesos que requieren la participación de agentes descomponedores presentes en este, como es la microbiota.



Figura 6. Siembra directa de soya en la Altillanura plana colombiana

El componente biótico del suelo realiza actividades vitales para el mantenimiento y supervivencia de las comunidades vegetales y animales, como la descomposición de la materia orgánica, la producción de humus, el ciclaje de nutrientes y energía, la fijación de nitrógeno atmosférico, la producción de compuestos complejos que promueven la agregación del suelo, la descomposición de los residuos de cosecha, y el control de plagas y enfermedades.

La mayoría de los suelos sometidos a la agricultura intensiva reducen su nivel de materia orgánica por mecanismos de exposición de las fracciones al ataque microbiano, debido al tipo de labranza y también a la pérdida de las capas superficiales por la escorrentía, que arrastra grandes cantidades de humus.

El nuevo reto está basado en no remover el suelo, y poner mayor énfasis en los procesos biológicos orientados a aumentar y mantener su productividad. Bajo este enfoque, el sistema de labranza cero o siembra directa requiere condiciones edáficas (físicas, químicas y biológicas) óptimas de la capa productiva para la no labranza, lo que permitirá un excelente crecimiento radicular y, por ende, buenos rendimientos de grano.

Este sistema involucra la rotación de cultivos y el mantenimiento de coberturas vegetales y su desecación previa (figura 7). Con estas consideraciones, es posible obtener una cosecha con altos beneficios económicos y ambientales.



Figura 7. Siembra del nuevo cultivo sobre la soca del cultivo anterior.

Capítulo V

Materiales: variedades o híbridos por sembrar

Caso soya

Corpoica desarrolló la variedad de soya Corpoica superior 6, con adaptación a los suelos de vega del piedemonte llanero y a suelos intervenidos o mejorados de la Altillanura plana, donde se pretende introducir variabilidad genética, asegurar una producción sostenible e incrementar los beneficios socioeconómicos; es una excelente alternativa de rotación de cultivos en sistemas integrados de producción (figura 8).



Figura 8. Panorámica cultivo de soya en la Altillanura.

Entre las características de la variedad de soya Corpoica superior 6 (figura 9) resaltan su precocidad (de 10 a 15 días más precoz que otras variedades) y el bajo peso de su semilla (100 semillas pesan alrededor de 14 gramos); esto último se debe a que tarda más en florecer que otras variedades y su maduración es precoz, por tanto reduce su periodo de llenado. Ello la convierte en una excelente alternativa para la siembra, puesto que como se requiere menos cantidad de semilla por hectárea, en términos económicos representa un menor costo.

Por otra parte, la variedad de soya Corpoica sabana 7 fue desarrollada por Corpoica en el Centro de Investigaciones La Libertad, como alternativa genética para la Orinoquía colombiana, con adaptación a oxisoles de la altillanura (saturación de bases entre 40 y 60%), y altitudes entre 300 y 1.200 msnm. Corpoica sabana 7 fue avalada por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) en suelos de la Altillanura y suelos de terraza alta del piedemonte llanero (figura 10).



Figura 9. Variedad de soya Corpoica superior 6.



Figura 10. Variedad de soya Corpoica sabana 7.

El rendimiento de grano en oxisoles de la Altillanura y terrazas altas superó a la variedad tradicional en 21,7%. Cuando la saturación de bases fue del 25,7% y en saturaciones de bases entre 40 y 60%, la diferencia en rendimiento fue 6,2 y 18,1%; en los oxisoles de la Orinoquía y particularmente cuando la saturación de bases está entre 40 y 60%, arroja rendimientos promedio entre 2,38 y 2,65 t/ha; vale mencionar que el mayor potencial en producción de grano por unidad alcanzado experimentalmente fue de 3,2 t/ha.

Caso maíz

Como resultado del trabajo cooperativo entre el Cimmyt y Corpoica, entre 2000 y 2001 fueron liberados dos híbridos de maíz amarillo: Corpoica H-108 y Corpoica altillanura H-111, respectivamente, adaptados a las condiciones de suelos ácidos y con un alto potencial de producción.

Corpoica H-108. Es el primer híbrido triple de maíz en Colombia para suelos ácidos de la Altillanura plana (Figura 11). Fue desarrollado a partir de tres poblaciones de maíz del programa suramericano del Cimmyt. El germoplasma derivado de estas poblaciones fue seleccionado por su tolerancia a suelos ácidos con alta toxicidad de aluminio, y por su eficiencia en la capacidad de utilizar los bajos niveles de fósforo disponibles.



Figura 11. Características del híbrido de maíz H 108.

Al sembrar por primera vez en sabanas no intervenidas se recomiendan los híbridos de maíz amarillo Corpoica altillanura H-111 y Corpoica H-108; para lotes intervenidos o mejorados se pueden utilizar los híbridos comerciales que sean aptos para la región. Es necesario verificar que la semilla sea de un solo tamaño.

El híbrido de maíz Corpoica H-108 tolera hasta el 60% de saturación de aluminio, con requerimientos de fósforo superiores a 6 partes por millón (ppm). En lotes comerciales el rendimiento de grano observado se encuentra entre 3.800 y 5.700 kilogramos por hectárea, dependiendo del grado de saturación de aluminio. En general, las mayores producciones se han presentado en suelos en donde se han mejorado las propiedades físicas, químicas y biológicas, mediante la rotación de cultivos y el manejo eficiente del recurso suelo.

Corpoica H-111. El híbrido de maíz Corpoica altillanura H-111 fue liberado en el año 2001 como un componente importante en los esquemas productivos de la Altillanura, en la rotación de cultivos (maíz-soya) en los sistemas agroforestales como el caucho intercalado con cultivos anuales, y en el uso como forraje para el mejoramiento de la nutrición en la producción pecuaria (figura 12); además es tolerante a enfermedades foliares como *Phyllachora maydis*, *Helminthosporium maydis* y *H. Turcicum*, *Puccinia polysora* y *Phaeosphaeria maydis*.



Figura 12. Característica del híbrido de maíz H 111.

El híbrido de maíz Corpoica altillanura H-111 tolera hasta el 60% de saturación de aluminio, con requerimientos de fósforo superiores a 6 ppm. En lotes experimentales

el rendimiento de grano observado se encuentra entre 3.800 y 4.900 kg/ha, dependiendo del grado de saturación de bases intercambiables.

Rotación de cultivos y épocas de siembra

En los sistemas productivos de la Altillanura se hace rotación de dos cultivos al año, en arreglos como soya/maíz (figura 13), maíz/soya, arroz/soya. Para estos sistemas la variedad de soya Corpoica superior 6 ha presentado excelente comportamiento agronómico en el segundo semestre en suelos de vega, y en los dos semestres del año en condiciones de la Altillanura; para el primer semestre es recomendable el híbrido de maíz Corpoica H 108. Mediante el sistema de rotación soya/maíz en la Altillanura plana se busca lograr la mayor expresión genética de los materiales y maximizar los beneficios económicos.

En el primer semestre, los genotipos de ciclo corto o medio y hábito de crecimiento determinado, siempre y cuando sean sembrados en la época adecuada, constituyen la mejor oferta varietal para la obtención de altos rendimientos. Los materiales de crecimiento tardío y hábito indeterminado son afectados por los excesos de humedad, que conllevan a retención de las hojas. Sin embargo, con variedades precoces esta fecha se puede ampliar unos días más, e inclusive se pueden realizar siembras en días posteriores; de esta manera las precipitaciones en las etapas iniciales suplirían los requerimientos hídricos para la germinación y favorecerían la asociación con la bacteria fijadora de nitrógeno *Bradyrhizobium japonicum*, en el caso de la soya.

En el segundo semestre, la siembra del maíz se efectúa desde inicio del mes de agosto bajo el sistema de siembra directa, y su cosecha se realiza a partir del mes de diciembre, que corresponde a la época de verano.

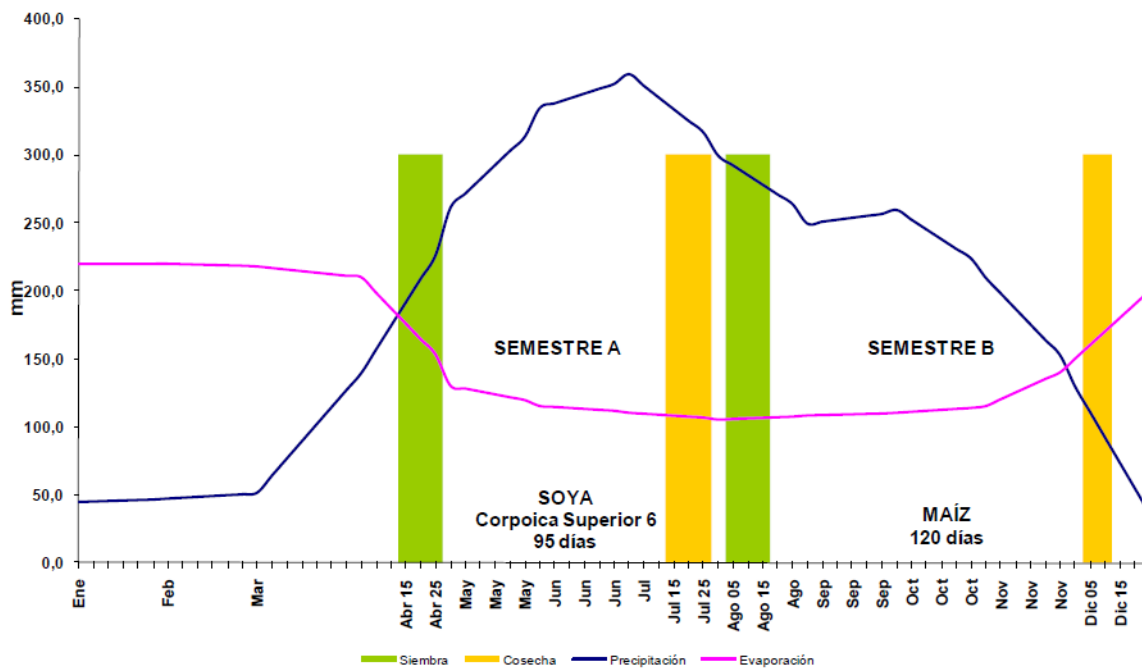


Figura 13. Esquema recomendado para el establecimiento de sistemas de rotación soya/maíz en la Altillanura plana

Al igual que la rotación soya/maíz, la variedad de soya Corpoica superior 6 puede ser utilizada en la rotación del sistema arroz-soya; las variedades de arroz precoces (90-115 días) se complementan muy bien en este sistema rotacional (figura 14).



Figura 14. Característica del híbrido de maíz H 111.

En el primer semestre se inicia con siembra de arroz en la segunda quincena de abril, lo que permite alcanzar el final de la fase vegetativa al cabo del mes de junio y la reproductiva en los últimos días de julio, cuando disminuyen las lluvias que favorecen el periodo de maduración y cosecha del arroz. Una vez terminada la recolección del arroz, y mediante siembra directa, se establece la soya los primeros quince días de agosto, con el fin de asegurar que el ciclo del cultivo se ajuste al régimen de lluvias que se presenta en la segunda mitad del año. La cosecha de la soya se realiza 90 días después de establecida, fase que coincide con la disminución de las lluvias y el aumento de la evapotranspiración a principios de diciembre (figura 15).

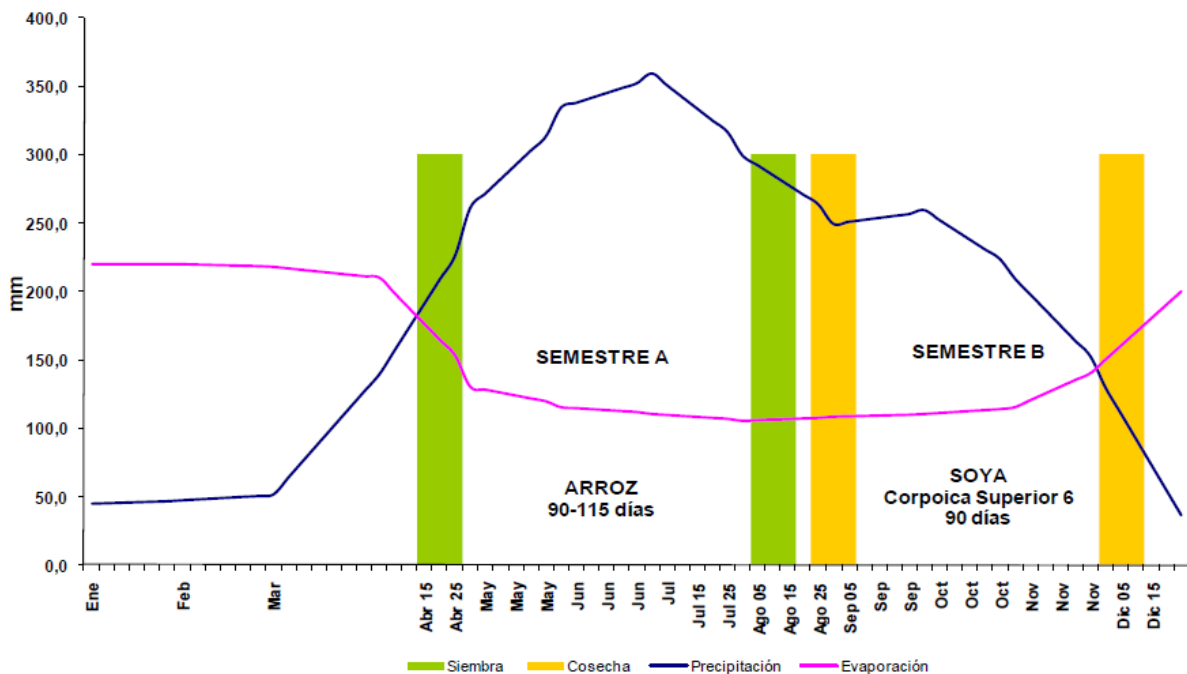


Figura 15. Esquema recomendado para el establecimiento de sistemas de rotación arroz/soya en la Altillanura plana.

La variedad de soya Corpoica superior 6 por su alta precocidad, uniformidad, calidad y rendimiento de grano, se constituye en una excelente alternativa de rotación con gramíneas para los sistemas de producción actual y potencial para la Altillanura colombiana. Uno de estos esquemas involucra la rotación con maíz. La rotación maíz/soya tiene un comportamiento similar al sistema rotacional arroz/soya.

En el primer semestre se realizan siembras de maíz en los inicios de abril, para favorecer el aprovechamiento de la oferta hídrica del primer semestre. La disminución de las lluvias después de julio permite que la cosecha se realice en los primeros días de agosto; a finales de este mismo mes, mediante siembra directa, se establece la soya y así se ajusta el ciclo del cultivo similar al sistema de rotación arroz/soya.

En la Altillanura plana colombiana las siembras tempranas realizadas en la primera semana de abril permiten que la soya exprese en mayor proporción su potencial genético, de manera que se obtienen los más altos rendimientos; sin embargo se requiere tener genotipos mejorados y adaptados a esas condiciones, con características de uniformidad a cosecha, que presenten tolerancia a las enfermedades y plagas más limitantes y buena calidad de grano.

La elección oportuna de la época de siembra en la Altillanura plana determina el potencial productivo del cultivo en el primer semestre por la influencia de las condiciones ambientales sobre los materiales; a medida que se postergan las siembras, se disminuyen los rendimientos. No obstante, variedades precoces pueden ofrecer una ampliación en las fechas de siembra. Los cultivos de soya establecidos en el mes de mayo son afectados por las altas precipitaciones que se presentan en el momento de la siembra y la germinación, disminuyendo el número de plantas establecidas por hectárea y ocasionando finalmente la caída de los rendimientos. Deben emplearse variedades resistentes a enfermedades fungosas de inicio y final de ciclo, e incorporarse prácticas de rotación de cultivos con variedades precoces que permitan romper ciclos de las enfermedades y plagas más importantes en el cultivo de soya.

En el segundo semestre, en la zona de piedemonte y Altillanura, los mayores rendimientos se registran en la primera época, que es la más adecuada para el cultivo, mientras que la tercera es la menos favorable. Sin embargo, en ensayos comerciales, la variedad de soya Corpoica superior 6 ha demostrado que se puede sembrar en las últimas semanas de agosto y las primeras de septiembre, más específicamente para la Altillanura plana colombiana.

Épocas de siembra

Las épocas de siembra están definidas por un conjunto de factores ambientales que se rigen entre sí y se integran con la planta produciendo variaciones en la producción y afectando otras características agronómicas. Al sembrar en diferentes épocas, los

cultivares expresan sus potencialidades en relación con las condiciones del ambiente que cambian en espacio y tiempo. Como los genotipos pueden responder en forma diferente al ambiente, las recomendaciones de la mejor época para cada variedad deben ser determinadas en ensayos regionales, realizados durante un considerable número de años (Urben et al., 1993).

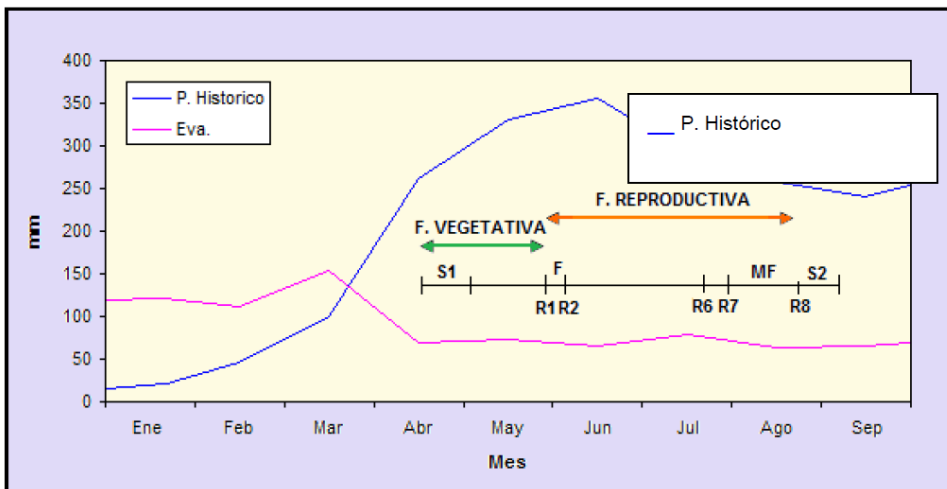
Para la región de la Orinoquía, las necesidades totales de agua de los cultivos de soya varían de 350 a 550 mm. Las variaciones de dichas cantidades dependen del genotipo empleado, las condiciones ambientales, la duración del ciclo y el manejo del cultivo. De la germinación a la maduración, el crecimiento de la planta de soya es proporcional al suministro de agua, pero restricciones o excesos de humedad en este periodo comprometen la capacidad de expansión foliar, y reducen la eficiencia de interceptación de radiación solar y la conversión en materia seca total.

Las variedades de ciclo corto o medio (95-105 días) y de hábito de crecimiento determinado, representan una mejor posibilidad para siembras en el primer semestre en la Altillanura que las de ciclo tardío y hábito de crecimiento indeterminado, porque garantizan el secado uniforme a cosecha, minimizando las prácticas de manejo agronómico, como control de enfermedades de fin de ciclo y la aplicación de productos desecantes. Además, su periodo fenológico se ajusta a la oferta ambiental de primer semestre, permitiendo su establecimiento entre mediados y finales de abril, cuando las precipitaciones no afectarán su germinación y desarrollo en estados iniciales.

Asimismo, en las etapas de floración y madurez fisiológica estas variedades disponen de suficiente humedad para la formación de vainas y llenado de granos; sin embargo, por ser de ciclos determinados, los rangos de días para el desarrollo de ciertos estados son menores y exactos; por ejemplo, la variedad de soya Corpoica libertad 4 presenta una floración casi del 100% en dos días, mientras que las variedades de ciclo medio o tardías son más flexibles en los rangos fenológicos, de forma tal que cuando se presente algún factor negativo durante la fase vegetativa, al cultivo se le posibilita recuperarse posteriormente.

El llenado del grano es la etapa más crítica para la soya en relación con el déficit hídrico, porque limita la permanencia del área foliar, induce al aborto de las vainas, acelera la dehiscencia de las hojas y, como consecuencia, afecta el número y peso de los granos.

En los sistemas productivos de la Altillanura se hace rotación de dos cultivos al año, en arreglos como soya-maíz, maíz-soya, arroz-soya. Es importante que el cultivo del primer semestre sea de periodo corto, de modo que permita el establecimiento del cultivo de segundo semestre, generalmente de ciclo más largo, con el fin de alcanzar el desarrollo necesario antes de que ocurra el estrés hídrico de finales de año. Así, las siembras de soya hechas en abril se cosechan en la segunda semana de agosto, de acuerdo con la duración de su ciclo biológico (95-120 días), y de esta manera se inicia la siembra directa en ese mes de los cultivos de ciclo más largo (maíz, de 130 días). Ello permite que los cultivos de segundo semestre logren tener los meses de lluvias suficientes para satisfacer sus requerimientos, y así puedan entrar a cosecha a finales de diciembre, lo cual genera estabilidad en los sistemas productivos (figura 16).



S1: Siembra primer semestre. **S2:** Siembra segundo semestre. **Rn:** Estados fenológicos.
Figura 16. Esquema de siembras de soya sugerido para el primer semestre del año para la Altillanura plana colombiana, y de maíz para el segundo semestre

En general, en el primer semestre hay una menor incidencia de plagas en el cultivo de soya, pero las enfermedades acentúan sustancialmente su incidencia desde el inicio hasta el final del ciclo. Es así que la mayor incidencia de plagas y enfermedades en el cultivo de soya se ocasionan en las épocas de siembra tardías (11 y 27 de mayo), afectando en mayor grado los materiales que no presentan resistencia o adaptabilidad a esas condiciones. Este problema se agudiza por el uso de materiales no adaptados, uso de variedades tardías y hábito de crecimiento indeterminado, y como consecuencia se presentan pérdidas en los potenciales de rendimiento de hasta 2.000 kg/ha (de 2.600 a 800).

Métodos y densidad de siembra

La densidad de población determinada por el espaciamiento entre surcos y entre plantas es uno de los factores que afectan la producción de grano y otras características agronómicas de importancia económica. Por ello, el ajuste de los arreglos poblacionales es fundamental para atender las exigencias varietales y garantizar la cobertura del suelo en un periodo corto de tiempo, sin comprometer la producción por efecto de competencia de plantas.

En las investigaciones realizadas para la variedad de soya Corpoica sabana 7, la distancia entre surcos de 17 cm y entre plantas de 10 cm (588.000 plantas por hectárea) se estableció como el arreglo poblacional ideal para obtener rendimientos económicos sin afectar otras variables de importancia. Con esta densidad de siembra se alcanzaron rendimientos de grano superiores a 2.200 kg/ha y mayor cobertura del suelo. Las diferencias en producción de grano pueden superar los 400 kg/ha al cambiar un arreglo de 17 a 34 centímetros entre surcos, e inclusive las pérdidas en rendimiento pueden ser superiores a 34% cuando se siembra a 51 cm entre surcos.

Estudios desarrollados en el Centro de Investigación La Libertad establecieron distancias de siembra óptimas para el cultivo de maíz, específicamente para los híbridos de la zona de la Altillanura; en la siembra se utiliza una sembradora abonadora de surcos con distribución de semilla de plato o disco. Se requeriría colocar de 5 a 7 semillas por metro en surcos distanciados a 80 centímetros, para establecer una población de 62.500 a 75.000 plantas por hectárea (tabla 1).

Tabla 1. Recomendaciones de siembra de maíz para las condiciones de Altillanura

| | |
|--------------------------------------|---------------|
| Distanciamiento entre surcos | 80 cm |
| Distanciamiento entre semilla | 16 cm |
| Semillas por sitio | 1-2 |
| Profundidad de siembra | 2-3 cm |
| Plantas por hectárea | 62.500-75.000 |

Es recomendable preabonar para asegurarse de que el maíz tenga nutrientes en el momento de germinar. Se aplica yeso a los cinco u ocho días después de la siembra en dosis de 300 a 500 kg/ha; se puede aplicar mezclado con cal y utilizar yeso procedente de procesos industriales.

Capítulo VI Fertilización

Los híbridos de maíz Corpoica H-108 y Corpoica altillanura H-111 requieren una fertilización de 100-120 kg de N/ha; 90 kg de P₂O₅/ha; 90 kg de K₂O/ha y aplicaciones de boro, cobre y zinc (0,5; 0,1 y 6 kg/ha, respectivamente) en suelos de sabana nativa. En suelos de sabana mejorada se recomienda incrementar la dosis de nitrógeno hasta 150 kg/ha, y revisar los contenidos de los elementos mayores y menores para ajustar la fertilización y obtener una mayor producción.

En el momento de la siembra del maíz se debe aplicar todo el fósforo y la mitad de potasio. El nitrógeno se fracciona, se aplica una fracción con el resto del potasio a los 15 días y la última aplicación de nitrógeno a los 30 días de edad del cultivo; se recomienda utilizar fertilizantes fosfatados.

Las fuentes de alta solubilidad de fósforo, como los compuestos, se deben aplicar en el momento de la siembra en banda o surco. No se deben mezclar con cales, que deben aplicarse por separado.

Se recomienda la aplicación de cloruro de potasio, en banda o surco cerca de la semilla o planta. La fuente de nitrógeno debe aplicarse en partes iguales a los 15 y 30 días después de la emergencia del cultivo de maíz. En lotes franco arenosos, la cantidad de nitrógeno se debe fraccionar en tres aplicaciones; se aplica en banda y, si es posible, entre 10 y 20 centímetros de distancia del surco.

El uso de biofertilizantes es un desarrollo tecnológico apoyado por las investigaciones llevadas a cabo por Corpoica para el estudio, establecimiento y posicionamiento de nuevas cepas de *Bradyrhizobium japonicum*; esta es una bacteria fijadora de nitrógeno, que junto con la soya establece una relación simbiótica, la que a su vez facilita cultivar esta última sin necesidad de realizar fertilizaciones nitrogenadas que pueden ser de 150 kg de nitrógeno/ha.

Los biofertilizantes son productos que contienen microorganismos capaces de transformar importantes elementos nutricionales que se encuentran en la naturaleza en formas disponibles, a formas que puedan ser asimiladas por las raíces de las plantas. Esto es posible gracias a que estos microorganismos, mediante distintos

procesos biológicos, o debido a su participación en la adsorción y transporte de nutrientes, ayudan a incrementar la productividad de los cultivos.

Con el uso de biofertilizantes se busca reducir costos de producción, mejorar la calidad de los cultivos y disminuir la contaminación de suelos causada por el uso excesivo de fertilizantes químicos.

Rhizobiol soya ICA J-96 es un biofertilizante sólido, que tiene más de 108 unidades formadoras de colonia (UFC) de la bacteria simbiótica fijadora de nitrógeno *Bradyrhizobium japonicum*, de la cepa ICA J-96 la cual es específica para el cultivo de soya.

Los biofertilizantes preparados con bacterias fijadoras simbióticas de nitrógeno, "rizobios", ofrecen grandes ventajas para los productores, debido principalmente a que permiten:

- Sustitución de 100% de la fertilización nitrogenada.
- Reducción de pérdidas de nutrientes por lavado, arrastre por erosión y volatilización.
- Reducción de los costos de producción del cultivo entre 5 y 11%.
- Aumento en la producción de soya, entre 300 y 1.000 kg/ha.
- Reducción en la contaminación ambiental.
- Reducción de la dependencia con el mercado externo en la consecución de fertilizantes nitrogenados (Ramírez, M. et al., 2011).

Efecto de la inoculación en soya

La soya presenta una alta acumulación de proteínas (35 a 50%) en las semillas, lo cual la convierte en el cultivo con la mayor demanda de nitrógeno (N); se estima que un 50% del nitrógeno total requerido por la planta es adsorbido entre la floración y el inicio del llenado de las vainas. Al ser una leguminosa, la soya puede cubrir sus requerimientos de nitrógeno a partir de la fijación biológica de este elemento mediante el uso de bacterias específicas, para su caso de *Bradyrhizobium japonicum*, que remplazan las fuentes inorgánicas, que son costosas y limitan la rentabilidad del cultivo.



Figura 17. Raíz de soya nodulada

El procedimiento consiste en inocular las semillas con la cepa J-96, desarrollada para las condiciones y variedades que se siembran en la Orinoquía, la cual aportará alrededor del 93% del nitrógeno requerido por la planta, con lo que se obtendrá un buen follaje y un óptimo rendimiento de grano (figura 18). La cepa J-96 es un producto que ha sido seleccionado por su capacidad infectiva y su alta eficiencia.



Figura 18. Soya sin inocular (izquierda) y soya inoculada (derecha)

Ventajas de la inoculación con la cepa ICA J-96 de Rhizobiol

- Cepa evaluada en suelos de los Llanos Orientales, tanto en Altillanura como en piedemonte, lo cual garantiza su efectividad en la región.
- Producto de Corpoica, entidad que lleva cerca de 20 años investigando en biofertilizantes para leguminosas; ello respalda la calidad del producto.
- El producto cuenta con registro de producción y venta ante el ICA, que garantiza su excelente calidad.
- Cepa evaluada tanto en variedades tradicionales de soya (P-34) como en nuevas variedades de ciclo corto, específicamente generadas para Altillanura.
- Permite la sustitución de hasta 150 kg de nitrógeno por hectárea (300 kg de urea). (Ramírez, M. et al., 2011).

¿Cómo inocular?

Para obtener los beneficios del uso de Rhizobiol soya J-96 se deben tener en cuenta todas las prácticas de manejo del cultivo de soya.

El uso adecuado del biofertilizante o inoculante es de gran importancia para que se establezca la simbiosis y se puedan así obtener los beneficios de la relación bacteria-soya. Para inocular la semilla de soya se deben tener en cuenta y seguir los siguientes pasos:

1. Inocular en un lugar sombreado, para evitar que los rayos del sol afecten a las bacterias.
2. Preparar una solución de agua con azúcar al 10% (10 g de azúcar en 100 ml de agua). Sirve para que el inoculante se pegue a la semilla.
3. Colocar la semilla en un recipiente limpio (balde, bolsa plástica, lona, caneca mezcladora, etc.).
4. Agregar 5 g de inoculante por cada kilo de semilla.
5. Agregar 500 ml de la solución de agua con azúcar al inoculante y mezclar bien con la semilla. Se debe verificar que todas semillas queden recubiertas con el inóculo.
6. Dejar secar la semilla a la sombra por unos pocos minutos.
7. Sembrar el mismo día de la inoculación y tapar la semilla (Ramírez, M. et al., 2011).

Los suelos deben ser de textura franca o moderadamente finos, con buenas condiciones de drenaje y contenidos medios de materia orgánica, donde no existan limitantes de tipo químico. La soya es sensible a niveles altos de aluminio (Al), manganeso (Mn), sodio (Na) o de sales, y se comporta bien en niveles balanceados de fósforo (P), calcio (Ca), magnesio (Mg), potasio (K) y azufre (S).

Investigaciones realizadas sobre el establecimiento de nuevas variedades desarrolladas por Corpoica demostraron que la variedad soya Corpoica sabana 7 demanda fertilizaciones bajas en elementos mayores (30 kg de K₂O; 50 de P₂O₅, y 12 de MgO), y que los requerimientos de elementos menores varían según las condiciones de suelo.

Capítulo VII

Control de malezas

El manejo integral de malezas comprende utilizar semilla certificada, seleccionar adecuadamente los lotes, realizar rotación de cultivos, usar la densidad de siembra adecuada, utilizar maquinaria limpia y realizar las labores de fertilización de tal manera que estimulen el crecimiento del cultivo y no de las malezas.

El control de malezas es de gran importancia para cada uno de los sistemas de producción; por ello, el sistema de rotación maíz-soya se establece con el fin de disminuir la incidencia de malezas de tipo hoja ancha y hoja angosta que compiten directamente con el cultivo. Este sistema es ideal para disminuir el uso de herbicidas de amplio espectro, ya que en cada uno de los casos es posible hacer un control selectivo del tipo de malezas.

Se debe procurar mantener el cultivo libre de competencia de malezas durante las primeras cuatro semanas después de la siembra. Para lograrlo es posible utilizar herbicidas para el control de malezas de hoja ancha y hoja angosta. En suelo de sabana nativa se puede manejar el complejo de malezas con la aplicación en presiembra de herbicidas desecantes de amplio espectro. Cuando se siembra sobre suelos de sabanas mejoradas se requiere el uso de herbicidas desecantes para el manejo de la vegetación antes de la siembra del cultivo.

Capítulo VIII

Manejo y control de plagas

Para el manejo integrado de insectos plagas en el cultivo de la soya se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

El monitoreo semanal en lotes, durante las primeras semanas del crecimiento del cultivo, que es fundamental para el manejo integrado de plagas. Se debe tratar la semilla con insecticidas contra tierreros, trozadores y chinches.

- Trozadores o tierreros: trozador negro (*Agotis ipsilon*) y las larvas del complejo Spodoptera. Se recomienda destruir los residuos de cosecha antes de preparar el suelo, y realizar control de malezas. El monitoreo del daño de trozadores debe hacerse desde el momento de la siembra y durante los primeros 25 días de edad del cultivo; si se presenta entre 5 y 10% de plantas trozadas y más de una larva por metro lineal, se debe aplicar control a los focos de ataque de la plaga, y usar cebos tóxicos, manualmente o con tractor con voleadora, según el área de tratamiento; esta última labor debe realizarse en horas de la tarde.
- Perforadores de follaje: crisomélidos (*Cerotoma*, *Diabrotica* y *Calaspis* spp). Es necesario realizar control de malezas anticipadamente y preparar con oportunidad el suelo con labranza mínima. Si se presentan de 2 a 3 crisomélidos por planta y defoliación superior al 20% en la época de floración, se debe efectuar control químico; utilizar Monocrotos, Carbaryl o Tricloform, entre otros, según prescripción del ingeniero agrónomo.
- Comedores de follaje: es fundamental efectuar el manejo preventivo con control biológico. A partir de los 30 días del cultivo, deben realizarse liberaciones de 30 a 40 pulgadas de *Trichogramma* semanalmente, hasta inicios de la maduración del cultivo. Si se encuentran defoliaciones mayores de 30% y promedios de 20 larvas pequeñas de comedores de follaje por metro, antes de la floración se requiere utilizar insecticidas biológicos, como el *Bacillus thuringiensis*, o insecticidas selectivos, como los inhibidores de síntesis de quitina.
- Perforadoras de las vainas: *Maruca vitrata* es la más importante; su manejo se realiza basado en agentes biológicos como *Bacillus thuringiensis* (Bt). Una vez controlado cerca del 90% cuando se asperja en estados iniciales del insecto ubicados en el terminal de la planta de soya, se puede combinar con liberaciones de los parasitoides de huevos de plagas y el control natural

realizado por el entomopatógeno *Nomuraea rileyi* sobre *A. gemmatalis*.

- Chupadores de las vainas: *P. quildini* es el más frecuente; exige medidas de prevención controlando malezas dentro y en los alrededores de los lotes; se aconseja efectuar control biológico natural sobre los huevos, por parásitos como *Telenomus* sp. y varios predadores. El control químico con base en el monitoreo se realiza cuando se encuentren más de tres chinches por metro lineal en la época de llenado de grano. Se utilizan productos como Dimetoato, Monocrotofos, Triclorfon o Carbaril, entre otros.
- Hormigas: las hay cortadoras y arrieras del género *Atta* sp. Para hormigueros pequeños, antes de la siembra deben destruirse mediante la preparación del suelo con arado de cincel el mayor número de ellos. Para los de mayor tamaño, insuflar dentro insecticidas en polvo (formulados con base en Fipronil, Sulfluramida, Clorpirifos o Diflubenzuron) o utilizar cebos granulados en los caminos y cerca de la entrada de los hormigueros.

Para el manejo integrado de insectos-plaga, en el cultivo del maíz se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

Gusano cogollero del maíz (*Spodoptera frugiperda*). Inspeccionar el cultivo por lo menos una vez por semana para buscar señales de plagas. Cuando el tiempo esté seco y el daño en fresco sea superior al 35% en el cogollo, tomar una medida de control químico. Para el control del cogollero se utilizan estrategias que van desde el uso de trampas de monitoreo con melaza, para la captura del adulto (mariposa), hasta la liberación de la avispa *Telenomus remus*, que parasita los huevos de *Spodoptera* spp. Se puede utilizar biopesticidas con ingrediente activo como el *Bacillus thuringiensis*, sobre larvas hasta de tercer estado. Si fuera necesario aplicar insecticidas químicos, usar algunos de baja toxicidad, y específicos como los simuladores hormonales y los inhibidores de quitina.

Gusano barrenador del tallo (*Diatraea* spp). Su manejo y control deben ser de tipo cultural y biológico, con base en prácticas de siembra oportunas en el primer semestre y liberaciones de la avispa *Trichogramma exigunn*, a partir de los 15 días de emergencia del cultivo; en promedio se utilizan 5 liberaciones de 40 pulgadas por hectárea cada una, procurando cubrir todo el ciclo vegetativo del cultivo. Es importante la siembra oportuna (no sembrar después del 15 de mayo). Se pueden combinar las liberaciones con otras medidas de tipo cultural, físico y mecánico, como los polistes y trampas atrayentes de polillas nocturnas.

Capítulo IX

Manejo de enfermedades en soya

Roya. Se sugiere aplicar fungicidas específicos (Azoxystrobin, Flusilazole/ Carbendazim, Tridimefon, Difenconazole, Propicanazole, Hexaconazole, Ethlenebisdithio-carbamatos). Para las infecciones en periodo vegetativo se aplican fungicidas protectantes; para las del periodo de floración, productos sistémicos y asegurarse de que alcancen las hojas del tercio inferior de la planta, donde se concentra la infección. Entre las prácticas culturales se suele utilizar variedades productivas, con ciclos vegetativos cortos, la eliminación de hospederos alternativos y la selección de parcelas de monitoreo de la infección.

Pudrición de raíces y tallo por *Phytophthora*. Utilizar semilla certificada de variedades con resistencia al patógeno, mejorar el drenaje de los lotes, evitar la compactación de los suelos y aplicar fungicidas en el suelo.

***Rhizoctoniasis*.** Utilizar semilla certificada, rotación con cultivos no susceptibles (maíz, sorgo, yuca, plátano) y evitar la compactación del suelo. Utilizar prácticas culturales en los estados iniciales del cultivo que favorezcan el vigor de las plantas. Evitar acciones que ocasionen estrés en el cultivo (uso inadecuado de herbicidas), y prevenir daños por insectos, nematodos o deficiencias nutricionales en el cultivo.

Añublos y pudriciones por *Fusarium*. Utilizar semilla certificada, realizar labores de preparación que eviten la compactación del terreno y evitar acciones que favorezcan el encharcamiento.

Capítulo X Cosecha

La recolección se programa con anticipación y se sincroniza con la siembra del cultivo de rotación. La cosecha se realiza aprovechando el tiempo seco, para que el grano alcance los niveles de humedad más bajos. Las condiciones de recibo son de 14% de humedad y 3% de impurezas. La cosecha del maíz híbrido Corpoica H-108 se realiza a los 120 días después de sembrado.

Colombia es uno de los pocos países en el mundo donde aún se hace la recolección de cultivos como la soya, el maíz y el arroz en bultos, práctica a todas luces ineficiente y costosa, que genera un retraso tecnológico (tabla 2, figura 19); por ello es necesario cambiar a modelos adecuados, como el uso de combinadas modernas (figura 20). Para minimizar las pérdidas en cosecha, debe utilizarse la tecnología de cosecha a granel con combinadas modernas, que representan pérdidas inferiores a 1,43% y reducción de los costos de recolección de entre 23 y 30%, debido a la disminución de mano de obra, empaque, zorro y manipulación del grano.

Tabla 2. Comparación de costos de recolección (en porcentaje) de los sistemas de recolección a bulto versus sistema a granel en el piedemonte y la Altillanura

| Concepto | Recolección en bulto (%) | Recolección a granel | |
|--------------|--------------------------|----------------------|-----------------|
| | | Piedemonte % | Altillanura (%) |
| Mano de obra | 6,4 | 0 | 0 |
| Zorro | 11 | 0 | 7,8 |
| Empaque | 7,3 | 0 | 0 |
| Combinada | 59 | 55 | 55 |
| ACPM | 13,3 | 13,4 | 13,4 |
| Alimentación | 3 | 0,7 | 0,7 |
| Costo total | 100 | 68,8 | 76,9 |
| Reducción | | 30,9 | 23,4 |

La recolección a granel de soya debe ser adoptada con combinadas con aditamentos apropiados, como la plataforma flexible y el cilindro de barras. No es suficiente

convertir una combinada de bultos a granel si se continúa con la plataforma rígida y el sistema de trilla de dientes.



Figura 19. Cosecha a granel de grano de soya.



Figura 20. Cosecha mecanizada del grano de soya.

La época recomendada para cosechar los híbridos de maíz está entre los 110 y 120 días, considerando que la fecha se ajusta al verano en la Altillanura. La recolección a granel es un sistema muy eficiente, que requiere un flujo de granos continuo y no permite fallas en la planificación en el transporte interno de cosecha y el transporte al centro de acopio.

Bibliografía

- Baca, B. E; Soto Urzua, L; Pardo Ruiz, P. A. 2000. Fijación biológica de nitrógeno. Consultado el 10 de octubre, 2011. Disponible en: <http://www.elementos.buap.mx/num38/htm/43.htm>
- Basler, B. 2009. *Bradyrhizobium japonicum*, Consultado el 7 de octubre, 2011. Disponible en: http://web.mst.edu/~microbio/BIO221_2009/B_japonicum.html
- Benintende, S.; Uhrich, W.; Herrera, M.; Gangge, F.; Sterren, M.; Benintende, M. 2010. Comparación entre co-inoculación con *Bradyrhizobium japonicum* y *Azospirillum brasilense* e inoculación simple con *Bradyrhizobium japonicum* en la nodulación, crecimiento y acumulación de N en el cultivo de soja. Consultado el 10 de octubre, 2011. Disponible en: <http://www.scielo.org.ar/pdf/agrisc/v27n2/v27n2a02.pdf>
- Bernal R., J.H. 2006. Manejo de malezas en el cultivo de la soja. En: Soya (*Glycine max* (L) Merrill) alternativa para los sistemas de producción de la Orinoquia colombiana. *Manual técnico* No. 09. Corpoica- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural-Coagro. Villavicencio, Meta. Colombia. pp: 173-180.
- Caicedo G., S.; Bernal R., J. H.; Navas R., G. E.; Salamanca S., C.R.; Guevara A., E. J.; Botero Q., R. J. 2004. Labranza de conservación para la producción de cultivos semestrales en el piedemonte llanero. *Boletín Técnico* No. 39. Corpoica-Pronatta. Villavicencio; Meta. Colombia. 51 p.
- Caicedo G., S; Bernal R., J.H.; Navas R., G.E.; Salamanca S., C.R.; Baquero P., J.E. 2006. Manejo y conservación de suelos y aguas. En: SOYA (*Glycine max* (L.) Merrill) alternativa para los sistemas de producción de la Orinoquia colombiana. *Manual Técnico* No 09. Corpoica-Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural-Coagro. Villavicencio, Meta. Colombia. pp:109-112
- Caicedo G., S.; Quiroga C., J. 2010. Épocas de siembra en el primer semestre para el cultivo de la soja en la altillanura plana colombiana. *Boletín de investigación* No. 14. Corpoica-Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Villavicencio, Meta. Colombia. 20 p.
- Caicedo G., S.; Murcia C., G.A.; Botero Q., R. J. 2006. Recolección a granel y estimación de pérdidas en la cosecha mecánica de soja. En: Soya (*Glycine max* (L) Merrill). Alternativa para los sistemas de producción de la Orinoquia colombiana. *Manual Técnico* 09. Corpoica-Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural-Coagro. Villavicencio, Meta. Colombia. pp. 209-224.

- De León, C.; Narro, L.; Torres, L. G. 2000. Corpoica H-108, Primer híbrido de maíz en Colombia para suelos ácidos de la altillanura plana. Corpoica. Plegable divulgativo No. 17. Villavicencio, Meta.
- Documento maíz tecnificado en Colombia, adjunto por el DANE cite: http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/ena/maiz_tecnificado.pdf
- Federación Nacional de Avicultores de Colombia (Fenavi). 2004. La Orinoquia, primera en el ranking competitivo. *Revista Avicultores*, 113:9-12.
- Federación Nacional de Avicultores de Colombia (Fenavi). 2004. La financiación de un cluster avícola. *Avicultores (Colombia)* 114: 8-16.
- Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas (Fenalce). 2005. *El Cerealista (Colombia)* 76:1-26.
- Federación nacional de Cultivadores de Cereales y leguminosas (Fenalce). 2011. Ferraris, G. N.; Couretot, L. A. (s.f.). Respuesta de la soja a la inoculación con *Bradyrhizobium japonicum* en lotes con antecedentes de soja previa. Consultado el 07 de octubre, 2011. Proyecto Regional Agrícola - Desarrollo Rural INTA Pergamino. Disponible en: <http://www.elsitioagricola.com/articulos/ferraris/Respuesta%20de%20la%20Soja%20a%20la%20Inoculacion.asp>
- García Gutiérrez, E.; López Forero, M. T; Valencia Ramírez, R. A.; Salamanca Solis, C. R.; Caicedo Guerrero, S. *et al.* 2006. Soya (*Glycine max (L.) Merrill*), alternativa para los sistemas de producción de la Orinoquia colombiana. *Manual Técnico* N° 09, Villavicencio, Meta, Pág. 154, 163-169.
- León M., G. A.; Guevara A., E. J. 2006. Manejo integrado de insectos plaga en soya para los Llanos Orientales. En: Soya (*Glycine max (L.) Merrill*) Alternativa para los sistemas de producción de la Orinoquia colombiana. *Manual Técnico* No. 9. Corpoica, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Coagro. Villavicencio, Meta. pp.181- 192
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 2006. Observatorio Agrocadenas, maíz. Colombia.
- Narro, L.; Pandey, S.; De León, C.; Pérez, J.C.; Salazar, F.; Arias, M.P. 1997. Integración de un programa de selección recurrente y de producción de híbridos de maíz (*Zea mays L.*) para suelos ácidos. p. 333-343. En: De León C. *et al.* Memorias IV Reunión Latinoamericana y XVII Reunión de la Zona Andina de Investigadores en Maíz. Cereté y Cartagena, Colombia.
- Olarte, Paola Tatiana. Información personal. Sin publicar. 2012. Producto del proyecto "Evaluación de la adopción e impacto de las tecnologías generadas para el

- mejoramiento de la capacidad productiva de los suelos de la Altillanura plana colombiana”, realizado en la Libertad, por Tatiana Paola Olarte (economista) y Xiomara Pulido Castro, liderados por el doctor Gonzalo Rodríguez y la participación de Roger Bautista, investigadores de Corpoica, Tibaitatá.
- Pulido C., S. X.; Jaramillo S., C.A. (compiladores). 2004. Recomendaciones básicas para cultivar maíz en sistemas de rotación en la Altillanura plana colombiana. *Boletín divulgativo No. 14*. Corpoica, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Villavicencio, Meta. Colombia.
- Ramírez, M.; Serralde, D.; Moreno, L. M.; Pérez, A.; Salamanca, C. 2011. F soya ICA J-96 *Bradyrhizobium japonicum*. Plegable divulgativo. Corpoica, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Mosquera, Cundinamarca. Colombia.
- Salamanca S., C.R.; Baquero P., J.E. 2006. Nutrición y fertilización con macro y micronutrientes. En: *SOYA (Glycine max (L.) Merrill)* Alternativa para los sistemas de producción de la Orinoquia colombiana. Manual Técnico No. 9. Corpoica, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Coagro. Villavicencio, Meta. pp:151-161.
- Salamanca S., C. R. 2010. Eficiencia de cepas de *Bradyrhizobium* con las nuevas variedades de soya de Corpoica para la Altillanura colombiana. Corpoica, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Villavicencio, Meta. Colombia. 15 p.
- Tapiero L., A. L.; Rey, Vicente E. 2006. Manejo de las enfermedades del cultivo de la soya (*Glycine max* L.) en los Llanos Orientales de Colombia. En: *Soya (Glycine max (L) Merrill)*. Alternativa para los sistemas de producción de la Orinoquia colombiana. *Manual Técnico* No 09. Corpoica, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Coagro. Villavicencio, Meta. Colombia. pp: 93-205.
- Valencia R., R. A.; Caicedo G., S. 2010. Corpoica Sana 7. Variedad de soya para suelos ácidos de la altillanura. Corpoica. *Plegable divulgativo* No. 59. Villavicencio, Meta. Colombia.
- Valencia R., R. A. 2009. Corpoica Superior 6. Variedad de soya. Corpocia, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Coagro. *Plegable divulgativo* No. 45. Villavicencio, Meta. Colombia.
- Valencia R., R. A.; Segura, S. 2004. Corpoica La Libertad 4, variedad de soya para los sistemas de producción de la Altillanura colombiana. *Plegable divulgativo* No 40. Corpoica, Coagro, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Villavicencio- Meta. Colombia.
- Valencia Ramírez, R. A. 2011. Respuesta diferencial de variedades de soya a la asociación simbiótica con cepas de *bradyrhizobium japonicum*, en oxisoles de la Orinoquia colombiana.

