

## HIBRIDOS DE MAÍZ AMARILLO ADAPTADOS A SUELOS ÁCIDOS DE LA ALTILLANURA PLANA COLOMBIANA

Jaime Humberto Bernal R<sup>1</sup>., Samuel Caicedo G<sup>2</sup>. y Elsa Judith Guevara A<sup>3</sup>.

### RESUMEN

El maíz amarillo es materia prima importante con la cual se elaboran concentrados balanceados para la alimentación de animales, en particular los de la cadena avícola-porcícola. El maíz se cultiva en todos los pisos térmicos, entre 0 y 2.800 m.s.n.m., y en todas las regiones del país. Aunque las áreas de siembra no se han incrementado en los últimos 10 años, el rendimiento de grano por hectárea aumentó en 33.2%, en el sistema tecnificado. Interesados en la productividad, la competitividad y la sostenibilidad de la cadena avícola-porcícola, los avicultores proyectan la conformación de núcleos (clusters) productivos, dentro de los cuales se considera, por sus ventajas competitivas, la altillanura plana de La Orinoquia, cuyos suelos con alta acidez y bajos contenidos de nutrientes hacen necesaria la integración de variedades y de híbridos de maíz adaptados, con prácticas adecuadas de manejo de suelos. Por lo anterior, el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo-CIMMYT y la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-Corpoica, han aunado esfuerzos para la liberación de híbridos de maíz amarillo adaptados a las condiciones de suelos ácidos de la Altillanura junto con el desarrollo de un paquete de manejo agronómico. En el año 2000 se liberó el primer híbrido de maíz, Corpoica H-108, adaptado a suelos ácidos con producciones entre 3.800 kg ha<sup>-1</sup> y 5.700 kg ha<sup>-1</sup>, y en el año 2001 fue liberado un segundo híbrido, Corpoica ALTILLANURA H-111, adaptado a suelos ácidos y tolerante a enfermedades foliares. Estos híbridos han permitido la apertura agrícola de la Altillanura plana.

**Palabras claves:** maíz, híbridos, Corpoica H-108, Corpoica Altillanura H-111, suelos ácidos, Altillanura plana.

### 1. INTRODUCCIÓN

El maíz se cultiva en los pisos térmicos, de 0 a 2.800 m.s.n.m., en todas las regiones del país. Por ser nativo de América, la diversidad genética y la adaptación biológica son muy notorias, al igual que la tradición en el cultivo y el hábito de consumo. Es posible encontrar muchos tipos de maíz, sin embargo, desde el punto de vista comercial se diferencian los maíces duros (flint), que se cultivan en regiones cálidas y maíces harinosos, propios de las zonas frías, parte de los cuales se consume en choclo. Los colores predominantes son amarillo, utilizado principalmente para la elaboración de concentrado para animales, y

<sup>1</sup> I.A., M.Sc. en Fisiología Vegetal, E.mail: [riobo\\_jaime@yahoo.es](mailto:riobo_jaime@yahoo.es);

<sup>2</sup> I.A., M.Sc. en Mejoramiento Genético con énfasis en Producción, E-mail: [samy24\\_36@yahoo.es](mailto:samy24_36@yahoo.es)

<sup>3</sup> I.A., M.Sc. en Entomología, E-mail: [judithguevara2003@yahoo.com.mx](mailto:judithguevara2003@yahoo.com.mx). Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria “CORPOICA” – C.I. La Libertad. A.A..051 – Villavicencio (Meta), Colombia.

blanco usado por la industria harinera para el consumo humano. La producción se da dentro de una vasta diversidad tecnológica, en la cual habitualmente se distinguen dos sistemas de producción a saber: sistema tecnificado y tradicional. En el sistema tradicional se utilizan genotipos criollos, alto uso de mano de obra y muy poco uso de agroquímicos, y en el tecnificado se usan genotipos mejorados, mecanización y agroquímicos.

La evolución de la superficie sembrada de maíz en Colombia en los dos sistemas, no ha variado mucho entre los años 1995 al 2004. Sin embargo, los rendimientos de grano por hectárea se incrementaron en un 33.2%, en el sistema tecnificado. En el departamento del Meta se observaron incrementos en el rendimiento de grano del cultivo del maíz del 42.3%, contribuyendo con el 10.4% a la producción de maíz a nivel nacional (MADR, 2006). El éxito en el incremento en los rendimientos se debe a la utilización de híbridos de maíz con altos potenciales de producción y la utilización de prácticas apropiadas de manejo agronómico.

La búsqueda de la productividad, la competitividad y la sostenibilidad son un imperativo de los sectores productivos en estos tiempos de globalización de los mercados (Fenalce, 2005, Fenavi, 2004). Según Fenavi (2004), la industria avícola, por sus particularidades y la extensión de su cadena, ofrece interesantes posibilidades para desarrollar un esquema de núcleos (clusters), con el propósito de reubicar las fuentes de producción, procesamiento, aprovisionamiento y el acceso a los mercados (internos y de exportación), con el fin de cohesionar los diferentes agentes económicos y sociales relacionados con la actividad avícola, para permitir el manejo de una economía de escalas en los diferentes procesos. Uno de estos cluster se localizaría en la Altillanura plana de La Orinoquia, en donde es posible producir maíz y soya a costos inferiores a los de introducción del bien importado (Fenavi, 2004A). Los bajos precios de la tierra y la abundante disponibilidad de agua lluvia (sobre todo durante el primer semestre) contribuyen a lograr una producción de maíz sin aplicar riego y a rebajar los costos de producción de la tonelada de grano.

Los suelos de la Altillanura plana se encuentran clasificados como Oxisoles por su pH muy ácido, baja fertilidad, altos contenidos de aluminio intercambiable y horizontes profundos. Se estima que cerca de 566.000 hectáreas de estos suelos ubicados en el eje Pto López a Pto Gaitán, pueden ingresar a la agricultura con el uso de germoplasma adaptado y la aplicación de enmiendas para corregir los problemas de acidez e incrementar la saturación de bases intercambiables.

## 2. MEJORAMIENTO GENETICO DE MAIZ PARA SUELOS ÁCIDOS

El CIMMYT inició el programa de mejoramiento genético de maíz con tolerancia a suelos ácidos a mediados de la década del 70 y para ello fue necesario evaluar, en condiciones de suelos ácidos, germoplasma disponible del CIMMYT (poblaciones y progenies en proceso de selección) y materiales de Méjico, Colombia, Perú, Bolivia y Tailandia (Granados et al., 1995). Luego de un proceso de recombinación y selección moderada en los materiales identificados como deseables para iniciar el programa de mejoramiento, se generó la población SA3 (maíz amarillo tolerante a suelos ácidos). Con los granos blancos segregantes de la población SA3 se formó posteriormente la población SA8. Los objetivos en este momento eran la generación de variedades de libre polinización tanto amarillas como blancas que podían ser obtenidas a partir de estas dos poblaciones.

A mediados de la década de los 80 fue necesario incluir la generación de híbridos como objetivos del programa, en consecuencia fue necesario formar poblaciones heteróticas. A la fecha se dispone de tres poblaciones amarillas (SA3 , SA4 y SA5) y dos blancas (SA6 y SA7) (Pandey et al., 1995, Narro et al., 1997).

Luego de conformadas las poblaciones base, se inició el proceso de selección de individuos con buen rendimiento de grano y buenas características agronómicas en condiciones de suelos ácidos y no ácidos. En el programa se han utilizado diferentes métodos de selección recurrente tanto intra-poblacional (mazorca hilera modificada, hermanos completos, selección en base a familias S1), como Inter.-poblacional (selección recurrente recíproca). Con los métodos de selección intra-poblacional se incrementa la frecuencia de genes favorables en cada una de las poblaciones. La selección Inter.-poblacional permite incrementar la probabilidad de obtener cruza mejores con cada ciclo de selección (Narro, 2002). En ambos casos los productos de la selección son:

- a. Un grupo de progenies (alrededor de 20, equivalente a un 10% de intensidad de selección) para continuar con el proceso de selección.
- b. Un grupo (o grupos) de progenies (alrededor de 10/grupo) para formar nuevos cultivares (variedades de libre polinización o sintéticos).
- c. Un grupo de progenies para seguir autofecundando y obtener líneas avanzadas para ser utilizadas en la formación de híbridos.

## 2.1 HÍBRIDOS DE MAÍZ LIBERADOS PARA LA ALTILLANURA PLANA.

Como resultado del trabajo Cooperativo entre el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo-CIMMYT y la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-Corpoica, fueron liberados en el año 2000 y 2001 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.

### 2.1.1 CORPOICA H-108

Primer híbrido triple de maíz en Colombia para suelos ácidos de la Altillanura Plana. Fue desarrollado a partir de tres poblaciones de maíz del programa Suramericano del CIMMYT (SA3, SA4 y SA5). El germoplasma derivado de estas poblaciones fue seleccionado por su tolerancia a suelos ácidos con alta toxicidad de aluminio y eficiencia en su capacidad de utilizar los bajos niveles de fósforo disponibles.



**Características agronómicas:**



• <b>Días a 50% floración femenina</b>	57
• <b>Días a cosecha (días)</b>	110
• <b>Altura de la planta (cm)</b>	178
• <b>Altura de la mazorca superior (cm)</b>	68
• <b>Cobertura de la mazorca</b>	Excelente
• <b>Aspecto de la mazorca</b>	Uniforme
• <b>Longitud de mazorca (cm)</b>	16
• <b>Diámetro de la mazorca (cm)</b>	4
• <b>Número de mazorca/planta</b>	0.97
• <b>Número de hileras de granos/mazorca</b>	14
• <b>Número de granos por hilera</b>	30
• <b>Número de semillas en 100 g</b>	365
• <b>Peso de 100 semillas</b>	27.4
• <b>Forma de la mazorca</b>	Cónica
• <b>Color del grano</b>	Amarillo
• <b>Textura</b>	Semicristalino
• <b>Volcamiento (%)</b>	1.35



**Adaptación y rendimiento de grano:** El híbrido de maíz Corpoica H-108 tolera hasta el 60% de saturación de aluminio, con requerimientos de fósforo superiores a 6 ppm. En lotes comerciales el rendimiento de grano observado se encuentra entre 3.800 kg ha<sup>-1</sup> y 5.700 kg ha<sup>-1</sup>, 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, a través de la rotación de cultivos, y manejo eficiente del recurso suelo.

### 2.1.2 CORPOICA ALTILLANURA 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.

Híbrido triple conformado por líneas obtenidas por selección recurrente en la población SA4 y SA5. Tolerante a enfermedades foliares: *Phyllachora maydis*, *Helminthosporium maydis* y *H. Turcicum*, *Puccinia polysora* y *Phaeosphaeria maydis*.



#### Características agronómicas:



• <b>Días a 50% floración femenina</b>	58
• <b>Días a cosecha</b>	120
• <b>Altura de la planta (cm)</b>	180
• <b>Altura de la mazorca superior (cm)</b>	76
• <b>Cobertura de la mazorca</b>	Excelente
• <b>Aspecto de la mazorca</b>	Uniforme
• <b>Longitud de mazorca (cm)</b>	14.9
• <b>Diámetro de la mazorca (cm)</b>	4.2
• <b>Número de mazorcas/planta</b>	0.97
• <b>Número de hileras de granos/mazorca</b>	12
• <b>Número de granos por hilera</b>	29
• <b>Número de semillas en 100 g</b>	340
• <b>Peso de 100 semillas</b>	29.9
• <b>Forma de la mazorca</b>	Cónica
• <b>Color del grano</b>	Amarillo
• <b>Textura</b>	Cristalina
• <b>Volcamiento (%)</b>	1.6

**Adaptación y rendimiento de grano:** 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 kg ha<sup>-1</sup> y 4.900 kg ha<sup>-1</sup>, dependiendo del grado de saturación de bases intercambiables.

### 3. MANEJO AGRONÓMICO DE LOS HÍBRIDOS DE MAÍZ

- En suelos de sabana nativa realice la preparación temprana del suelo entre los meses de octubre a noviembre. La preparación 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 del 50%), seguido de un pase de cincel rígido. Las cales dolomitas necesitan de un periodo mínimo de 30 días de suelo húmedo para su apropiada reacción. En suelos 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.
- En la siembra utilice una sembradora abonadora de surcos con distribución de semilla de plato o disco. Colocar entre 6 a 7 semillas por metro en surcos distanciados a 80 cm, para establecer una población de 62500 plantas por hectárea.
- 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 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha, 90 kg de K<sub>2</sub>O/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 realizar el ajuste de la fertilización y obtener una mayor producción.
- Se recomienda su siembra en los dos semestres del año, siempre y cuando se tenga especial cuidado en el manejo de plagas en el segundo semestres. Cuando se tiene el

sistema de rotación con soya se aconseja sembrar a finales de marzo y/o principios de abril, y hasta la segunda semana de agosto en siembras de maíz programadas para el segundo semestre.

- Se debe procurar mantener el cultivo libre de competencia de malezas durante las primeras cuatro semanas después de la siembra. En suelo de sabana nativa se puede manejar el complejo de malezas con la aplicación en presiembra de herbicidas desecantes de amplio espectro.
- Para el manejo de los insectos-plaga del cultivo, se tratará la semilla con insecticidas contra tierreros, trozadores y chinches. El control de la hormiga arriera, plaga de común ocurrencia, se logra insuflando insecticidas en las entradas de los hormigueros en las primeras dos semanas de siembra del cultivo. El monitoreo semanal en lotes, durante las primeras semanas del crecimiento del cultivo, es fundamental en el manejo integrado de plagas, en especial del gusano cogollero y el barrenador del tallo. Por otra parte, cuando se detecte un 30% de plantas con daños de raspado de hojas en antes los 30 días de emergido el cultivo se recomienda asperjar *Bacillus thuringiensis* aplicado en las hora de la tarde. Para el manejo de *S. frugiperda* como cogollero y comedor de mazorca, se debe liberar *T. remus* a partir de los 30 dde de tal manera que los niveles de daño, se mantengan por debajo del 35 % de área foliar afectada. Para el control del barrenador del tallo *Diatraea* spp., es necesario realizar liberaciones de *Trichogramma exiguum*., semanalmente, entre los 20 y 60 dde. En caso de encontrar poblaciones del barrenador ocasionando daños superiores al 5% es aconsejable inundar el lote con este mismo parasitoide

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

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 N°17. Villavicencio.

De León, C.; Narro, L.; Torres, L. G.; Caicedo, S. 2001. Híbrido de maíz amarillo CORPOICA ALTILLANURA H-111. CORPOICA. Plegable divulgativo N°24. Villavicencio.

Federación Nacional de Avicultores de Colombia-FENAVI. 2004. La Orinoquia, primera en el ranking competitivo. Avicultores, 113:9-12.

Federación Nacional de Avicultores de Colombia-FENAVI. 2004. La financiación de un cluster avícola. Avicultores, 114: 8-16.

Guevara, J. 2002. Manejo integrado de plagas en los sistemas de labranza de conservación. Villavicencio. (Plegable divulgativo N°32).

Guevara, J. 2005. Manejo integrado de plagas una tecnología de producción sostenible. Guías pedagógicas N° 9. Villavicencio. 60 pp



Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 2006. Observatorio Agrocadenas, Maíz. Colombia.

Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas-Fenalce. 2005. El Cerealista, 76:1-26.

Narro, L. A. 2002. Mejoramiento de maíz por tolerancia a factores abióticos-suelos ácidos. en: Memorias IX curso sobre producción de maíz. Araure, Venezuela. p. 375-382.

Narro, L., S. Pandey., C. De León, J.C. Perez, F. Salazar, M.P. Arias. 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.

Pandey, S., H. Ceballos, and G. Granados. 1995. Registration of four tropical maize populations with acid-soil tolerance: SA4, SA5, SA6, SA7. *Crop Sci.* 34:1230-1231.

## RECOMENDACIONES

Para la siembra de los híbridos tolerantes a suelos ácidos CORPOICA H-108 y CORPOICA Altillanura H-111, se recomienda:

- Aplicar la cantidad de Cal Dolomita hasta alcanzar la saturación de bases del 50%, la cual se debe distribuir y dosificar en el lote con la supervisión del asistente técnico.
- La incorporación de la Cal Dolomita se recomienda incorporar con el uso de 1 ó 2 pases de cincel rígido.
- Para el buen éxito del cultivo de maíz, la Cal Dolomita debe permanecer en reacción en suelo húmedo por un periodo superior a 30 días, antes de la siembra.
- Para la preparación del suelo utilizar cinceles rígidos y/o vibratorios en las siembras del primer semestre.
- Los Híbridos CORPOICA H-108 y CORPOICA Altillanura H-111, son precoces y permiten efectuar las rotaciones de cultivos con soya.
- Realizar el análisis químico del suelo para determinar las necesidades de fertilización.
- La fertilización del maíz debe efectuarse según las necesidades nutricionales del híbrido y los fraccionamientos acordes a las condiciones climáticas.
- Seguir las recomendaciones técnicas de manejo del cultivo generadas por Corpoica para alcanzar altas producciones de los Híbridos CORPOICA H-108 y CORPOICA Altillanura H-111.

**PILDORAS**

- 1. CORPOICA H-108 HIBRIDO DE MAIZ PRECOZ Y RENDIDOR ROMPIENDO SABANAS**
- 2. CORPOICA H-108 PRIMER HIBRIDO DE MAIZ PARA LOS SUELOS ACIDOS DEL MUNDO**
- 3. CORPOICA H-108 ALTERNATIVA APROPIADA PARA EL SISTEMA DE ADAPTACION DEL CULTIVO MAIZ-SOYA EN LA ALTILLANURA**
- 4. EL HIBRIDO DE MAIZ H-111 NUEVA ALTERNATIVA PARA LOS SISTEMAS DE PRODUCCION EN LA ALTILLANURA**