

El cultivo DEL MAÍZ EN CÓRDOBA



Libertad y Orden
República de Colombia
Ministerio de Agricultura y
Desarrollo Rural

*Fondo de Fomento Cerealista
y de Leguminosas de Grano*



Administrado por

fenalce

ISBN: 958-97902-0-8

EL CULTIVO DE MAÍZ EN CÓRDOBA

Por: Pluvio Otero Puche*
Fabio Polanía Fierro**

*Fenalce, Federación Nacional
de Cultivadores de Cereales y Leguminosas*

Impreso en Colombia
Printed in Colombia

* Ingeniero agrónomo, especialista en Suelos

** Ingeniero agrónomo, MSc. en Extensión Rural



Libertad y Orden
República de Colombia
Ministerio de Agricultura y
Desarrollo Rural

**Fondo de Fomento Cerealista
y de Leguminosas de Grano**



Administrado por

fenalce

Contenido

	PÁG.
INTRODUCCIÓN	5
ASPECTOS FISIOLÓGICOS DE LA PRODUCCIÓN	7
Clasificación taxonómica	7
Crecimiento y desarrollo	8
El desarrollo vegetativo	8
El desarrollo reproductivo	8
Ecología	9
Suelos	9
Temperatura	9
Altitud	9
Precipitación	9
Luminosidad	9
Vientos	9
Manejo de los recursos disponibles	9
Relaciones planta-ambiente	10
Efectos del ambiente físico	10
La fotosíntesis	11
Fertilidad del suelo y nutrición mineral	13
PRÁCTICAS DE MANEJO AGRONÓMICO	15
Evolución de los materiales sembrados	15
Preparación del suelo	16
Diagnóstico de los suelos del valle del Sinú	16
Principios básicos de la preparación de suelos	18
Siembra directa en maíz	19
Ventajas de la siembra directa	19
Siembra	20
Tecnificado	20
Tradicional	20
En asocio	20
Épocas de siembra	20
Densidad de siembra	21
Distanciada o raleo	21
Manejo de malezas	22
Métodos de control de malezas	22

Contenido

	PÁG.
Fertilización.....	23
El nitrógeno (N).....	23
El fósforo (P).....	24
El potasio (K).....	24
Los otros nutrientes.....	24
Extracción de nutrientes.....	25
Aplicación.....	25
Diagnóstico químico y fertilidad de los suelos de la región de Córdoba.....	26
Manejo de plagas.....	31
Manejo integrado.....	31
Plagas del suelo.....	31
Trozadores.....	32
Comedores de follaje.....	35
Roedores.....	42
Manejo de enfermedades en Córdoba.....	43
Problemas patológicos en el cultivo de maíz en Córdoba.....	43
Reconocimiento de enfermedades en Córdoba.....	44
Enfermedades foliares y del tallo.....	44
Enfermedades de la inflorescencia.....	44
Enfermedades de la mazorca.....	45
Enfermedades bacteriales.....	45
Descope del maíz.....	46
COSECHA.....	47
Recomendaciones para la cosecha mecánica.....	47
Manejo poscosecha.....	49
Condiciones para un buen almacenamiento.....	49
Insectos de los granos almacenados.....	49
Pérdidas en poscosecha.....	50
MAÍCES DE SERENO.....	51
Preparación.....	51
Siembra.....	52
Fertilización.....	52
BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA.....	53

Introducción

La producción mundial de maíz es de aproximadamente 877.324 millones de toneladas, de las cuales 769.588 toneladas son de maíz amarillo, destinado a la alimentación animal a través de concentrados; las otras 107.700 millones de toneladas son de maíz blanco, destinado al consumo humano. Es importante señalar que 90% de este grano blanco se produce en los países subdesarrollados, principalmente en el este y sur del Sahara, África, Centroamérica y una mínima cantidad en Sudamérica.

Los principales países productores de maíz en el mundo en 2004-2005 fueron: Estados Unidos con 324.508 millones de toneladas, equivalentes al 36.99% de la producción mundial; China con 171.952 millones de toneladas, equivalentes al 19.6%; Brasil con 42.691 millones de toneladas, equivalentes al 4.87%; Argentina con 19.699 millones de toneladas, equivalentes al 2.24% y otros países con 318.474 millones de toneladas, equivalentes al 36.3%.

En Colombia, el maíz se cultiva en todos los pisos térmicos, con una producción aproximada de 1.482.009 toneladas en el año 2004, equivalentes al 0.17% de la producción mundial. De esta producción nacional, 1.028.596 toneladas son de maíz amarillo y 453.413 toneladas aproximadamente son de maíz blanco. Hasta 1991, Colombia fue autosuficiente en la producción de maíz, pero a raíz del proceso aperturista de la economía, en la década de los noventa la industria avícola y otros renglones de la economía crecieron más de 46%, hasta tal punto que en la actualidad existe un déficit aproximado de 2.000.000 millones de toneladas.

El departamento de Córdoba es el primer productor nacional, con un 20% del total y 17% del área sembrada. Su potencial de siembra es de más de 600.000 hectáreas tecnificadas, de las cuales 200.000 son mecanizables. De las 287.079 toneladas producidas anualmente, 155.913 corresponden a maíz amarillo y 131.163 a maíz blanco.

En Córdoba, existen tres sistemas de siembra en el cultivo de maíz: tecnificado, tradicional y en asocio. El sistema tecnificado creció más de 100% en los últimos diez años, pasando de 31.800 hectáreas en 1992 a 63.520 en 2001; pero en 2004 se redujo el área a 52.031 hectáreas debido a la baja en los precios del cereal. Sin embargo, los rendimientos se incrementaron, pasando de 3.2 a 4.5 t/ha. Este sistema genera aproximadamente 45 jornales por hectárea, o sea, 2.341.395 jornales, que equivalen a 5.853 empleos directos.

Cabe destacar que el mayor crecimiento se registró en el maíz amarillo tecnificado durante el desarrollo del Plan de Fomento de este cereal financiado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y liderado por **FENALCE**. El área sembrada pasó de 3.440 hectáreas en 1997 a 35.520 hectáreas en 2001, pero también en 2004 se redujo el área a 27.900 hectáreas debido a los bajos precios a causa de la nueva política de mercado.

El sistema tradicional se redujo en los mismos diez años: de 72.000 hectáreas sembradas en 1992 pasó a 40.000 en 2001, área que se ha mantenido hasta la fecha; este fenómeno se debió al cambio de muchos agricultores al sistema tecnificado, a los problemas de orden social y a la migración de cultivadores a las grandes urbes. El rendimiento promedio se ha mantenido entre 1.5 y 1.6 toneladas/hectárea (t/ha). Este cultivo genera cerca de 42 jornales por hectárea, o sea, 1.680.000 jornales, que equivalen a 4.200 empleos directos.

El sistema de asocio se realiza con yuca, ñame y frijol, en un área de 4.500 a 5.000 hectáreas; además de generar empleo todo el año, es fuente de alimento para las comunidades donde se utiliza.

En Córdoba se han identificado como limitantes de la producción al cultivo: la compactación de los suelos, la erosión, la falta de adecuación de tierras y de riego complementario, la siembra de híbridos no adaptados al Caribe húmedo, el acceso al crédito, los altos costos de la semilla, de los insumos y del secamiento, los factores climáticos adversos y problemas de orden social, incluido el bajo nivel de escolaridad de muchos productores.

Este documento tiene como objeto proporcionar a asistentes técnicos, investigadores y agricultores información teórica y práctica sobre el manejo agronómico del cultivo tecnificado en Córdoba, con base en las experiencias de profesionales, instituciones de la región y **FENALCE**, obtenida a través de investigación en campos de agricultores y de programas de extensión y transferencia de tecnología.

Esta nueva publicación es un aporte del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y del Fondo de Fomento Cerealista y de Leguminosas de Grano, administrado por **FENALCE**.

**Comportamiento de las áreas* de siembras
en los últimos años en el departamento de Córdoba**

Años	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005-A
Maíz tecnificado	26.900	28.200	31.800	26.300	24.900	20.800	29.800	27.500	28.020	37.309	64.400	63.520	50.760	52.827	52.065	33.310
Maíz tradicional	55.900	71.000	72.000	69.000	74.000	63.300	53.300	46.000	49.000	43.000	40.000	40.000	40.000	40.000	41.160	18.000
Sorgo	22.300	26.600	24.200	15.400	19.300	9.110	9.550	6.550	7.500	1.400	1.300	450	400	450	340	250

* Hectáreas

Fuente: Fenalce-Córdoba

**Programa de fomento de maíz amarillo tecnificado.
Evolución de las áreas* de maíz amarillo entre 1997 y 2005**

CEREALES	AÑOS								
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005-A**
Cultivos									
Maíz blanco	24.060	23.140	19.409	32.250	27.996	23.244	23.877	24.135	12.465
Maíz amarillo	3.440	4.880	17.900	32.150	35.520	27.525	28.650	27.993	20.845
Total	27.500	28.020	37.309	64.400	63.516	50.769	52.527	52.068	33.310

* Hectáreas

** Semestre A-2005

**Comportamiento de los rendimientos (toneladas/ha)
en los últimos años en el departamento de Córdoba**

Años	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Maíz tecnificado	3.0	3.0	3.2	3.2	3.4	3.4	3.6	4.2	4.2	4.2	4.2	3.5	4.0	3.0	4.2	4.5
Maíz tradicional	1.4	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.6	1.6	1.6	1.6	1.4	1.6	1.4	1.6	1.6
Sorgo	3.9	3.9	3.6	3.8	3.9	4.0	3.7	4.0	3.0	4.0	4.0	3.9	4.0	3.8	4.3	4.5

Fuente: Fenalce-Córdoba



Aspectos fisiológicos de la producción*

Los aspectos agronómicos de los cultivos relacionados con el suelo y el clima permiten integrar conocimientos biológicos, físicos y químicos en sistemas de producción útiles.

En la producción de un cultivo participan tres componentes: la planta, el ambiente y el manejo. La fuente primaria del recurso para la agricultura es el ambiente físico. El proceso fundamental es la fotosíntesis.

La unidad básica de producción es la planta de cultivo, por su capacidad para fabricar materiales orgánicos complejos a partir del dióxido de carbono y el agua, con el aporte de la energía lumínica y los elementos nutritivos minerales suministrados por el suelo.

La productividad biológica primaria neta vegetal es la tasa a la que la planta acumula materia orgánica por encima de su requerimiento energético. Esta tasa de acumulación es función de la intensidad y duración

de la insolación que recibe la planta, si no se presentan deficiencias de agua o de elementos nutritivos.

Clasificación taxonómica

El maíz es una planta herbácea, perteneciente a la siguiente clasificación:

Grupo:	Fanerógamas
Clase:	Angiosperma
Subclase:	Monocotiledóneas
Orden:	Glumiflorales
Familia:	Gramineae
Subfamilia:	Panicoidea
Tribu:	Maydea o Tripsacum
Género:	<i>Zea</i>
Especie:	<i>Zea mays</i> L. (2n=20)

* Este capítulo está basado en el documento de Riveros, Guillermo. "Ecofisiología de la producción de maíz".
En: Fenalce. Memorias del Seminario de actualización en el cultivo de maíz. Cereté, abril de 2000.

Crecimiento y desarrollo

El crecimiento y desarrollo del cultivo están determinados por el genotipo, el medio ambiente y el manejo. Durante el desarrollo, una planta de maíz presenta dos estados bien definidos: la fase vegetativa (V) y la fase reproductiva (R).

El desarrollo vegetativo

Comprende desde la emergencia hasta la aparición de la espiga masculina, lo que se cumple en las siguientes etapas:

- VE** El coleoptilo emerge de la superficie del suelo.
- V1** Es visible el cuello de la primera hoja, que tiene el ápice redondeado.
- V2** Es visible el cuello de la segunda hoja.
- V3** Es visible el cuello de la tercera hoja.
- V(n)** Es visible el cuello de la penúltima hoja.
- VI** La última rama de la espiga (inflorescencia) es totalmente visible; no equivale a la flo-

ración masculina, que ocurre cuando comienza la dispersión del polen (antésis).

El desarrollo reproductivo

Se inicia con la aparición de los cabellos o estigmas y finaliza con la madurez fisiológica, a través de las siguientes etapas:

- R1** Son visibles los estigmas en 50% de las plantas.
- R2** Etapa de ampolla. Los granos se llenan con líquido claro y se puede ver el embrión.
- R3** Etapa de lechoso. Estado de choclo: los granos se llenan con un líquido blanco y lechoso.
- R4** Etapa pastosa o sarazo. Los granos se llenan con una sus-

tancia blanca pastosa. El embrión tiene aproximadamente la mitad del ancho del grano. El grano tiene alrededor de 70% de humedad.

- R5** Etapa de dentado. La parte superior de los granos se llenan con almidón sólido y si el genotipo es dentado, se produce la depresión de los granos. La humedad del grano es del 55%.
- R6** Madurez fisiológica. Es visible la capa o punto negro en la base del grano. En este estado, los granos han llegado al máximo de acumulación de materia seca; en general, la humedad está alrededor del 35%. El grano de maíz está apto para cosechar, pero por el alto riesgo de que el producto se deteriore, es recomendable esperar dos a tres semanas antes de realizar la cosecha.



Ecología

Suelos

El maíz necesita suelos profundos, fértiles, con textura franca y sus combinaciones; permeables, con buena capacidad de retención de agua, libres de inundaciones y encharcamientos; estructura granular con alto contenido de materia orgánica y pH entre 5.5 y 7.0. Su topografía, en lo posible con pendientes no mayores al 10%, que permitan una mecanización sin erosión.

Temperatura

El maíz se desarrolla bien en temperaturas que varían entre 20 y 29 °C, pero la ideal está comprendida entre 24 y 26 °C. A menos de 13 °C, el crecimiento es lento. En el suelo, temperaturas inferiores a 10 °C impiden la germinación, mientras que temperaturas superiores a 29 °C dificultan la absorción de agua. Cuando la temperatura es mayor de 38 °C es difícil que se pueda mantener la humedad adecuada en el suelo.

Altitud

El maíz crece a altitudes entre 0 y 4.000 metros sobre el nivel del mar (msnm), pero en alturas mayores de 2.000 msnm se incrementa significativamente su ciclo o período vegetativo.

Precipitación

El maíz se da en regiones con precipitaciones entre 1.000 y 2.000 mm por año, aunque normalmente la planta necesita entre 550 y 650 mm bien repartidos durante su ciclo vegetativo.

Luminosidad

Las plantas de maíz presentan como característica que a mayor intensidad de luz en épocas de llenado de grano, mayor acumulación de materia seca, lo que se expresa en altos rendimientos.

Es una planta sensible al fotoperíodo cuando los días pasan de 9 horas luz; la luminosidad ideal está comprendida entre 6-7 horas luz/día.

Vientos

Cuando se presentan vientos fuertes en épocas de polinización y llenado, se obtienen bajos rendimientos debido al volcamiento, el resecaimiento del polen y las quemaduras de la planta.

Manejo de los recursos disponibles

La obtención de productos vegetales y animales demanda un cierto grado de manejo de los recursos ambientales y orgánicos disponibles. El cultivo comprende el manejo de la planta y del ambiente en el que crece.

El manejo incluye la selección de la planta que aporte el mayor rendimiento y calidad del producto deseado en la combinación particular de factores ambientales. Incluye también el laboreo del suelo, el manejo de las relaciones suelo-agua y el control de malezas, plagas y enfermedades. Con estas prácticas se busca minimizar las restricciones biofísicas y construir un habitat que permita a las plantas revelar su potencial genético.

El agricultor utiliza su conocimiento y habilidades para lograr el mejor ajuste entre el cultivo que escoge y el ambiente físico; al hacer esto, crea un tipo especial de ecosistema: el agro-ecosistema. En éste, el agricultor es una variable ecológica esencial, porque influencia la composición, el funcionamiento y la estabilidad del sistema. Dar estabilidad al agro-ecosistema ante condiciones ambientales extremas depende del manejo adecuado del agricultor, éste debe tomar medidas contra las condiciones adversas y prever la ocurrencia de variaciones ambientales anormales.

Para mantener o incrementar la productividad del agro-ecosistema de maíz se debe al menos: utilizar genotipos de alto rendimiento, suministrar nutrientes y reducir las pérdidas de rendimiento causadas por la competencia de las malezas o por la presencia de plagas y enfermedades.

Relaciones planta-ambiente

Las respuestas de crecimiento y desarrollo de las especies vegetales a los diferentes niveles de factores ambientales, presentan actividades mínimas, óptimas y máximas. Estos niveles determinan el área dentro de la cual puede ser cultivada una planta para que proporcione un rendimiento que dé un retorno económico satisfactorio.

Algunas especies crecen adecuadamente dentro de límites amplios de uno o más factores climáticos y se dice que tienen adaptación amplia. Esta propiedad se debe a que la especie presenta variabilidad genética extensa, que le permite desarrollar genotipos específicos para cada condición ambiental.

El maíz es una especie con variabilidad genética extensa que ha sido utilizada, mediante cruzamientos y selección, para producir variedades e híbridos con alto rendimiento potencial y adaptables a variadas condiciones ambientales.

Cada cultivar produce exitosamente en ambientes en donde los niveles de los factores ambientales son más cercanos a su óptimo. Fuera de estos ambientes, se hace vulnerable a las variaciones climáticas y requiere el control de los factores adversos para restituirlos a los niveles requeridos. Estas modificaciones acarrearán costos y, por lo tanto, reducción de la rentabilidad. Por esto, la selección del material adecuado para el ambiente de cada localidad y época de cultivo es fundamental para que la producción de maíz sea rentable, competitiva y sostenible.

Efectos del ambiente físico

El ambiente físico incluye factores del clima y del suelo. Cada factor influye en el crecimiento, el desarrollo y la productividad de las plantas, por afectar una o más funciones, y los limita cuando se encuentra en cantidad o intensidad desfavorables.

Temperatura

Las tasas de las reacciones bioquímicas y de crecimiento de las plantas son máximas a un nivel determinado de temperatura, el cual es diferente para distintos genotipos. La variabilidad de respuesta de los genotipos de maíz a la temperatura es amplia y por esta razón existen genotipos que permiten cultivar la especie desde el nivel del mar hasta los 3.000 msnm.

Los genotipos de maíz que se cultivan en climas cálidos crecen más rápidamente que los de climas fríos: la duración del ciclo de vida del maíz es alrededor de 120 días al nivel del mar y de 300 días a 2.600 msnm. Estas diferencias influyen en los rendimientos, que son mayores en los climas más fríos, porque las plantas disponen de más tiempo para fotosintetizar y acumular materia seca.

Aunque la fotosíntesis y el desarrollo del maíz son máximos a 30 °C, la fotosíntesis sólo es afectada por las temperaturas diurnas, mientras que el desarrollo y, por lo tanto, el rendimiento son afectados también por las temperaturas nocturnas. Cuando las noches son frías el desarrollo es lento, las tasas de respiración son bajas y la acumulación diaria de materia seca es mayor. Las temperaturas nocturnas bajas son especialmente influyentes sobre el rendimiento, al prolongar el período de llenado de granos, el cual

dura 38 días al nivel del mar y 109 días a 2.600 msnm.

La radiación y la temperatura interactúan sobre el rendimiento del maíz. La tasa de crecimiento es mayor mientras más alta sea la cantidad de radiación visible interceptada diariamente, y la duración del crecimiento es mayor a temperaturas bajas; por esta razón, es posible obtener mayores rendimientos biológicos y económicos en zonas y épocas en que la radiación es elevada y las temperaturas son moderadas.

Radiación visible

La luz es fuente de energía para la síntesis de materia seca de las plantas y, por lo tanto, la fuente básica de energía para la producción agrícola. La agricultura puede ser considerada como el sistema que utiliza la fotosíntesis para obtener productos de las plantas, y su éxito dependerá de la eficiencia con que se use la radiación visible.

En fotoquímica, un mol de fotones interactúa con un mol de moléculas; por esta razón, la radiación se expresa en moles de fotones o moles de cuantos. El flujo radiante máximo ocurre en días sin nubes y con el sol en el cenit. La irradiación en esta situación es de 1.000 vatios por metro cuadrado, equivalente a 2.000 micromoles por metro cuadrado por segundo; en días nublados la irradiación puede ser 100 veces menor.

La vegetación recibe radiación directa y radiación difusa. La radiación directa es la que llega a las superficies foliares sin haber interactuado con la atmósfera. La difusa es la que ha sido disper-

sada por componentes de la atmósfera y contiene mayor proporción de radiación activa que la radiación directa; por esta razón es más eficiente en la fotosíntesis.

La distribución de la radiación solar varía entre lugares. La irradiación de un lugar se puede caracterizar por la relación histórica de días nublados y días soleados, o sea, por la insolación.

Utilización de la radiación

Varios factores de la planta de maíz interactúan con el ambiente determinando la productividad. Dos de estos factores son la distribución del área foliar y de la radiación en el dosel. La tasa de producción de materia seca por las plantas depende de la captura por parte de su follaje de la radiación solar incidente y de la conversión de esta energía en carbohidratos.

El rendimiento de los cultivos depende fundamentalmente del tamaño y eficiencia del aparato fotosintético, y todas las prácticas de manejo buscan maximizar la captación de luz y la eficiencia de la transformación en productos útiles.

La fotosíntesis

Básicamente, la fotosíntesis consiste en la transformación de la energía radiante en energía química de las uniones o enlaces químicos entre los átomos de carbono de los productos vegetales, como el almidón, principal componente del grano de maíz.

Entre 90% y 95% de la materia seca de las plantas es producida por la reacción fotosintética entre el dióxido de carbono (CO_2) y el agua; el 5% a 10% restante de materia seca proviene de los elementos minerales tomados por la raíz de la solución del suelo.



Cuantitativamente, en términos de producción, es más significativo el proceso de fotosíntesis que el de nutrición mineral.

Manejo de la fotosíntesis

La luz, el dióxido de carbono y el agua son los factores ambientales que intervienen en la fotosíntesis. De éstos, la captación de luz y el suministro de agua son manejables para maximizar la eficiencia fotosintética.

A altas intensidades de luz, las deficiencias de agua causan cierre de los estomas, aumentando la resistencia a la difusión del CO_2 , lo que disminuye la tasa de fotosíntesis.

Aunque la densidad de la radiación no es fácilmente modificable, la mayor parte del manejo de cultivos está dirigido a hacer el mejor uso posible de la luz solar. Las curvas de radiación varían entre localidades, meses y épocas del año, afectando las tasas de fotosíntesis de cultivos como el maíz y el sorgo y, por lo tanto, su productividad potencial será más elevada a densidades altas de flujo radiante.

Es especialmente importante hacer coincidir las etapas de formación y llenado de grano con las épocas de mayor radiación y evitar que las deficiencias de agua y minerales limiten las tasas de fotosíntesis.

Uno de los parámetros comúnmente usados para describir la estructura del dosel foliar de los cultivos es el índice de área foliar (IAF), o relación entre el área de hojas y el área de terreno. Otro parámetro útil es la duración del área foliar, o período en que el follaje es funcional. Hay diferencia entre especies cultivadas en cuanto al IAF, con el cual se logra la productividad máxima.

Medidas del índice de área foliar en maíz han revelado que valores hasta de 3.5 muestran una relación lineal con el rendimiento de grano. Los excesos de área foliar obtenidos con poblaciones demasiado altas incrementan sombreado entre las hojas originando plantas sin grano y consecuentemente la producción es reducida.

El IAF del maíz depende principalmente de la densidad de siembra, la cual, junto con la distribución de las plantas, afecta la eficiencia del área foliar para interceptar luz. La densidad de siembra y la distribución son afectadas por las características de los genotipos: para que la interceptación de la luz sea más eficiente, los genotipos que tienen menos área foliar por planta requieren más plantas por hectárea y los de menor estatura necesitan surcos más próximos. Índices de área foliar altos son recomendables en localidades y épocas en que se presenta brillo solar intenso.

Bajo condiciones desfavorables de luz, humedad y fertilidad, la disminución de rendimiento debida a esterilidad ocurre a IAF más bajo. En general, se han obtenido aumentos de rendimiento del maíz al aumentar las poblaciones de 25.000 a 55.000 plantas por hectárea, manteniendo un índice de área foliar entre 3 y 5 durante el llenado del grano.

El dióxido de carbono

El CO_2 puede ser limitante de las tasas de fotosíntesis a densidades altas de flujo radiante.

Como no es económicamente posible aumentar las concentraciones de dióxido de carbono en la mayor parte de situaciones agrícolas, comúnmente no se recomienda el enriquecimiento del aire con este gas. La agitación del aire por el viento tiene el efecto de renovar el CO_2 en las capas vecinas a las superficies foliares, donde se agota rápidamente por efecto de la fotosíntesis.

El agua

El agua aporta entre 70% y 90% del peso fresco de la planta. Entre sus funciones en las plantas se encuentran la de servir de solvente, ser medio de transporte, ser generadora de turgencia y reguladora de la temperatura por la transpiración. La transpiración ocurre porque el potencial de agua en la hoja es mayor que en el aire. La disminución del potencial de agua en la hoja es transmitida a la raíz por el sistema vascular, dando lugar a su absorción del suelo para mantenerlo.

El contenido de agua óptimo para el crecimiento y funcionamiento de la planta es el que proporciona turgencia máxima. Por debajo de este nivel se afectan los diferentes procesos metabólicos.

La expansión de las células y de las hojas son los procesos más sensibles a las diferencias de agua, porque dependen de la turgencia. Se generan deficiencias de agua en la planta cuando la absorción es más lenta que la transpiración, lo que ocurre cuando el potencial de agua en el suelo disminuye por debajo del potencial de agua de las raíces. La deficiencia de agua en las hojas causa el cierre de

estomas, lo que reduce la tasa de obtención de CO_2 del aire y, por lo tanto, la tasa de fotosíntesis.

Cualquier factor que reduzca las tasas de absorción de agua, como la disminución del agua disponible en el suelo y el poco desarrollo de las raíces ocasionado por la competencia de malezas, limitan la fotosíntesis y, por lo tanto, la productividad.

La cantidad de agua que mantiene un suelo es la diferencia entre la que aporta la lluvia y la que se pierde por evapotranspiración. En regiones o en épocas secas, los riesgos de déficit de agua son altos; en estas condiciones, aunque la radiación visible y térmica sean favorables para la síntesis de productos vegetales, la escasez de agua limita la fotosíntesis.

El agua es un factor determinante para la obtención de altos rendimientos del maíz, y, aunque éste presenta una eficiencia alta en el uso del agua, en comparación con otros cultivos, tiene requerimientos elevados por su alta producción. El maíz utiliza alrededor de 300 kg de agua por cada kilogramo de materia seca que produce; este gasto es de 600 kg en especies C3.

Cuando ocurren sequías durante la floración y el desarrollo de la semilla, las pérdidas de rendimiento de maíz son muy grandes y se deben principalmente a la disminución del número de semillas por planta.

Los bajos rendimientos asociados con las deficiencias de humedad durante la formación de la inflores-

cencia femenina se deben al retardo en la aparición de los estigmas, por lo que no hay intercepción de polen y no ocurre la fecundación. La aparición de los cabellos se debe casi por completo a la expansión celular y es inhibida por disminuciones ligeras del potencial de agua de los tejidos.

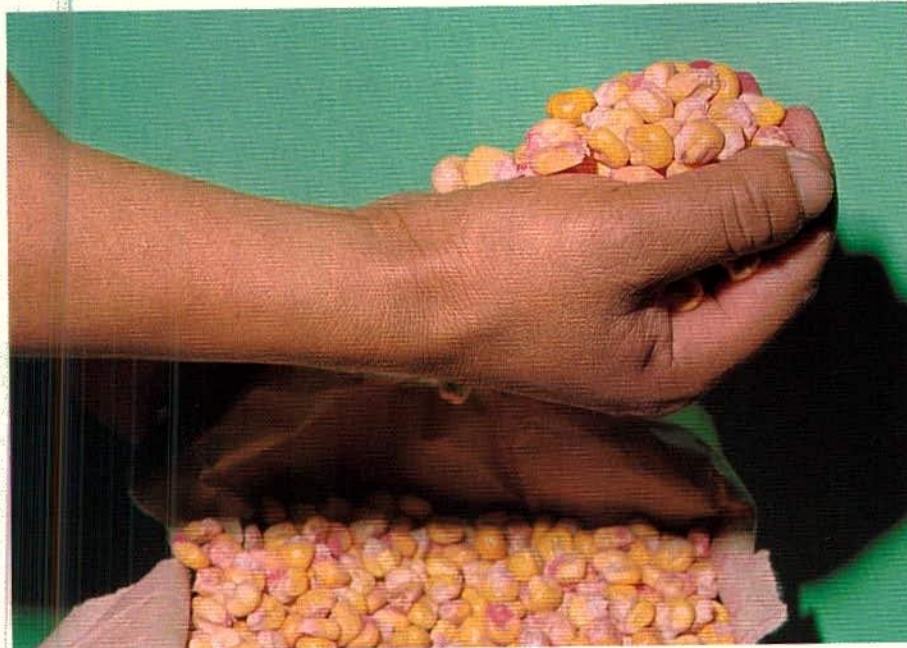
Cuando la sequía ocurre durante la formación de la semilla, la pérdida de rendimiento se debe a la falta de material fotosintético para llenar los granos.

Fertilidad del suelo y nutrición mineral

Al igual que otros cultivos, el maíz se comporta mejor en suelos fértiles, sueltos y bien drenados. En muchas áreas del trópico la fertilidad de los suelos limita la productividad del maíz, debido a que las deficiencias nutricionales reducen la expansión foliar y la duración de las hojas, restringiéndose la capacidad fotosintética.

La nutrición adecuada favorece el mantenimiento de tasas altas de fotosíntesis en una mayor proporción de hojas. La deficiencia de varios elementos puede afectar directa e indirectamente cualquiera de los subprocesos de la fotosíntesis. El nitrógeno (N) y el magnesio (Mg) son componentes de la clorofila; el hierro (Fe), cobre (Cu), cloro (Cl) y manganeso (Mn) participan en el transporte de electrones; el N y el fósforo (P) hacen parte de los compuestos que almacenan energía; el potasio (K) controla los movimientos estigmáticos.

El N aplicado a plantas en crecimiento activo puede resultar en aumentos de rendimiento por aumento de área foliar. Aplicaciones tardías pueden aumentar la duración foliar y prolongar la fotosíntesis durante el llenado de grano; sin embargo, pueden retardar la maduración y causar autosombreado excesivo. El N es el elemento al cual el maíz responde más frecuentemente en rendimiento, porque es el que casi siempre se encuentra en cantidades limitantes. En muchos suelos se encuentran además respuestas a la aplicación de P y K.



Las respuestas a P son más comunes en suelos ácidos y con capacidad de fijación de este elemento.

Formación del rendimiento

Los órganos que proporcionan el rendimiento se forman después del período de crecimiento vegetativo. La capacidad de rendimiento del maíz está determinada por el número de mazorcas por unidad de área; por el número de granos por mazorca y por el tamaño potencial de los granos.

El número de mazorcas por metro cuadrado puede variarse ajustando la densidad de siembra; sin embargo, sólo se observan respuestas positivas hasta ciertos límites, después de las cuales el aumento en el número de mazorcas por metro cuadrado no compensa la disminución del número de granos por mazorca.

Existe una correlación estrecha entre el IAF del maíz al momento de la aparición de los cabellos y el rendimiento de grano, lo que indica que la captación de luz está relacionada con la formación de los granos y con su llenado.

Para que la planta de maíz produzca grano, son necesarias dos etapas seguidas: la fecundación de un número elevado de óvulos capaces de desarrollo posterior (capacidad del depósito) y el suministro de materia fotosintética para llenarlos.

El rendimiento potencial al llegar la antesis depende del grado de crecimiento de la planta. Las plantas desarrolladas bajo menor competencia tienen mayor potencial de rendimiento que las sembradas a densidades altas. El rendimiento máximo se obtiene con un balance adecuado entre el rendimiento por planta y el número de plantas.

La capacidad del depósito o recipiente de rendimiento está relacionada con el tamaño de la mazorca. Factores ambientales que limitan el crecimiento de la mazorca reducen el rendimiento potencial. Factores críticos en esta etapa pueden ser el agua, la disponibilidad de elementos nutritivos y la radiación solar.

La diferenciación de óvulos en la mazorca ocurre de la base hacia el ápice. Los primeros óvulos en ser fecundados son los del centro, porque los cabellos emergen primero debido a que deben recorrer una menor distancia. Los cabellos que emergen tardíamente no reciben polen, pues la espiga sólo los produce durante siete días. La sequía puede retardar la emergencia de los cabellos hasta después de que ha cesado la producción de polen.

El rendimiento, después de la polinización, depende principalmente de la cantidad de fotosíntesis durante el período de llenado del grano, cuya duración

es una característica controlada genéticamente y no depende del tamaño del depósito.

Los mayores rendimientos están relacionados con condiciones de crecimiento que permitan un número máximo de óvulos por mazorca, la fecundación de la totalidad de los óvulos y el llenado de la mayor parte de los óvulos fecundados.

El llenado de granos ocurre en orden, empezando por los óvulos de la primera mazorca de la base hacia el ápice, y continúa desde la base hasta el ápice de la segunda mazorca, hasta satisfacer el potencial de rendimiento. El potencial genético de una planta de maíz se puede perder en varias etapas por causa de condiciones ambientales adversas.

El potencial de rendimiento después de la polinización representa un potencial que puede o no convertirse en realidad, dependiendo principalmente de la cantidad de fotosíntesis durante el período de llenado. Al llenado del grano pueden contribuir reservas alimenticias acumuladas en los tallos.



PRÁCTICAS DE MANEJO AGRONÓMICO

La planta de maíz pertenece al grupo C4, que tiene un metabolismo fisiológico perfecto; su techo o mayor potencial de rendimiento se expresa cuando se cultiva en zonas con temperaturas que varían entre 22 y 26 °C durante el día y de 19 °C en la noche, lo que permite acumular toda la materia seca fotosintetizada durante el día. El crecimiento y desarrollo de la planta de maíz dependen del potencial genético de la planta y del medio ambiente en que crecerá. Los elementos básicos para una buena producción de maíz son: agua, CO₂ de la atmósfera, luz solar (energía) y nutrientes.

Evolución de los materiales sembrados

El departamento de Córdoba está ubicado en el noreste Colombiano dentro del caribe húmedo y cuenta con suelos fértiles favorecidos por una buena distribución de lluvias; fue habitado por los aborígenes zenúes, quienes se caracterizaron por manejar una cultura maicera con las razas nativas de las variedades criollas de maíz, formadas por una diversidad de colores en el grano. Parte de éstas reposan actualmente en los bancos de germoplasma de las entidades de investigación colombiana.

Estos materiales criollos pasaron de generación en generación y siguen siendo utilizados por los agricultores, con rendimientos muchas veces no cuantificados; son sembrados en la actualidad en forma tradicional en las veredas de las zonas más apartadas, conformando el área de maíz tradicional del departamento de Córdoba.

A partir de la década de los sesentas, con la creación del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) se obtuvieron los primeros híbridos de maíz para los diferentes pisos térmicos de Colombia, destacándose el ICA-H-154 para el Caribe húmedo. A mediados de los años ochentas se liberaron las variedades ICA-V-156 e ICA-V-109, que alcanzaron en

esta zona rendimientos por encima de 4 t/ha, muy similares a los híbridos de esos tiempos; para la



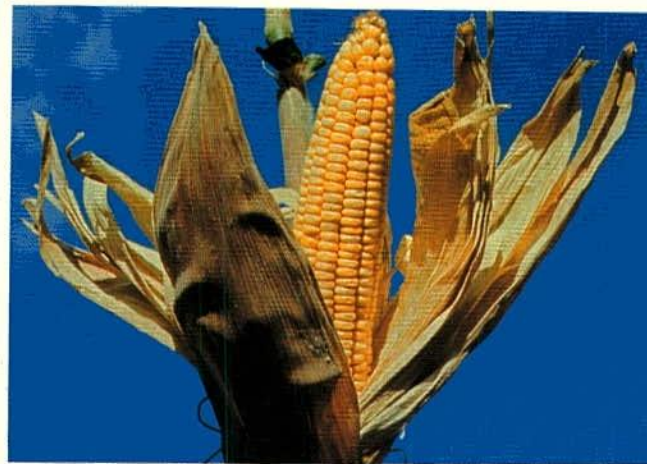
época, 70% del área era sembrada con estas variedades y el resto, con híbridos nacionales, tales como ICA-H-154, ICA-H-213, ICA-H-211, Ceres 61A, Ceres 62B, SV-901, y algunos híbridos de las empresas multinacionales, como Pioneer 6816 y Pioneer 5800.

En la década de los noventas, con la introducción de nuevos híbridos, como el HR-661, y con la aprobación posterior de otros con mayor potencial de rendimiento, tales como C-343, Pioneer 3018, Master y otros, el área sembrada con semillas híbridas se incrementó en un 70% y los rendimientos promedios pasaron de 3.2 a 4.2 t/ha.

Actualmente, con la oferta de 17 híbridos aprobados para el Caribe húmedo, los rendimientos promedios están en 4.5 t/ha y la relación del área actual es 79.93% sembrado con semillas híbridas y 20.07% con variedades. Entre los genotipos sembrados en el Caribe húmedo figuran:

Maíz amarillo: Master, DK-4004, Pioneer 30K-75, Pioneer 30F-80, Pioneer 3041, G-5423, Zinko, DK-5005, Triple 8, SV-1035 e ICA-V-109.

Maíz blanco: SV-1127, C-343, DK-663, Triple 7, Pioneer 30F-83, Pioneer 30F-94, HS-9 e ICA-V-156.



Preparación del suelo

Diagnóstico de los suelos del valle del Sinú

Los suelos del Medio Sinú se formaron en el período Cuaternario. Son de origen fluviolacustre y pertenecen en su mayoría al orden inceptisol; tienen horizontes poco evolucionados. En ellos predomina el proceso de oxi-reducción por oscilaciones del nivel freático; el exceso de humedad no ha dejado desarrollar los procesos pedogenéticos. Se caracterizan por tener moteados grises.

En estos suelos predominan las arcillas 2:1 poco evolucionadas y bastante cohesivas; su textura varía de arcillosa limosa a franco arcillosa limosa en los diferentes horizontes; su estructura es de tipo angular a subangular; clase de media a fina, con un grado moderadamente desarrollado; la consistencia de estos suelos en húmedo está de friable a firme y en mojado, de adherente a muy plástica.

El principal problema de estos suelos es la compactación, que afecta sus propiedades físicas así: mayor densidad aparente; disminución de la porosidad; baja velocidad de infiltración, de percolación y de redistribución del agua; baja cantidad de aireación y disminución de la temperatura del suelo.

Los malos drenajes externos e internos que presentan impiden que se desarrollen los procesos pedoquímicos para incrementar su potencial de fertilidad y aumentar su grado de desarrollo; tienen menos de 50% de saturación de bases.

Estrategia de manejo

Los problemas críticos de estos suelos son:

- Mal drenaje interno y externo, que impide su evolución.
- Deterioro y reducción de la materia orgánica por mal manejo.
- Problemas de compactación.

Los pasos a seguir para su manejo adecuado son:

- Realizar un estudio del suelo, para hacer un diagnóstico del manejo físico y químico.
- Nivelar los lotes, para evitar encharcamientos sectoriales y mejorar el drenaje externo, airear los suelos y mejorar sus propiedades fisicoquímicas.
- De acuerdo con el estudio de suelos, realizar drenajes superficiales mediante la construcción de canales de intercepción, conducción y evacuación a otros colectores.

- Para mejorar el drenaje interno o subsuperficial, construir canales colectores secundarios y terciarios, utilizando el sistema de parrilla o espina de pescado, con profundidades entre 1.0 y 1.5 m. El espaciamiento de canales dependerá de la profundidad, redistribución, estratificación y tipo de cultivo.

Con la reducción del exceso de humedad se mejora el perfil, porque se amplía el 'solum'; por el trabajo de bacterias aeróbicas se disminuye el proceso de reducción y se mejoran sus propiedades químicas.

- Incorporar profundamente los residuos de cosecha, junto con aplicaciones de estiércol de bovino. Éste se debe aplicar por 3 años seguidos; de esta forma se aumenta el contenido de materia orgánica hasta un porcentaje que mejore las propiedades fisicoquímicas del suelo.

El empleo indiscriminado de maquinaria agrícola pesada y la excesiva preparación de los suelos en la zona, especialmente en el Sinú Medio, donde predominan inceptisoles, han conducido a la degradación de la capa arable, a su compactación y a la reducción del contenido de materia orgánica.

La compactación afecta desfavorablemente las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos; se presenta más en suelos arcillosos y francos que en los arenosos y orgánicos. Este problema de capas compactadas es más grave en zonas donde no se presentan heladas y la humedad del suelo es excesiva.

No es fácil medir con precisión la compactación: la caracterización de la estructura y la densidad en masa, expresada en gramos de suelo por centímetro cúbico, son las pruebas físicas más utilizadas; cuanto más alta es la densidad de masa, menor es el porcentaje de poros y más compacto se presenta el suelo.

Existen otras técnicas utilizadas para medir la compactación, como son el análisis de la capacidad de suelo para transmitir esfuerzos, la conductividad del suelo al aire, al agua o radiación nuclear y observaciones de la orientación de las partículas del suelo.

Un estudio de la Universidad de Iowa (Estados Unidos) indica que en suelos compactados la utilización de K se redujo en 70%; la de N, en 30%; el Mg, en 20%, y el Ca, en 10%; dependiendo del tipo de suelo y del grado de compactación.

La aplicación adicional de fertilizantes no corrige estos problemas, como tampoco el uso de híbridos o semillas más eficientes, ya que la absorción de elementos nutritivos por la planta depende de la disponibilidad de oxígeno en la rizosfera, condición de la que carecen los suelos compactados por tener menor volumen de poros.

Problemas por compactación en la zona mecanizada del Sinú

- Se reduce el tamaño de los poros y por lo tanto el intercambio en la rizosfera, creando condiciones anaeróbicas en la zona de las raíces.
- La anaerobiosis reduce la absorción de nutrientes por las raíces.
- El desarrollo del sistema radical es superficial.
- Las plantas muestran rápidamente señales de sequía, por la baja capacidad de retención de humedad en los suelos.
- Crecimiento retardado y poca uniformidad de plantas.
- Poblaciones variables del cultivo.
- Los herbicidas pre-emergentes pueden perder efectividad, ya que su movimiento hacia la rizosfera queda impedido por la costra superficial.
- La erosión del suelo aumenta, pues el agua no penetra fácilmente en suelos compactados, y aumenta el escurrimiento en la superficie.
- Los suelos se saturan rápidamente de humedad, afectando el desarrollo normal de los cultivos.
- En épocas secas, las costras superficiales impiden que las raíces profundicen a buscar agua y evitan que el agua suba por capilaridad.

Causas que influyen en la compactación de los suelos

Existen varias causas a las que se puede atribuir la compactación:

1. Suelos que contienen mucha humedad en el momento de la labranza o durante el tránsito máximo de máquinas e implementos.

2. Condiciones de alta humedad; la compactación varía con las propiedades de cada suelo, dependiendo del tipo de agregado.
3. Suelos de textura media con un contenido de humedad cercano de la capacidad del campo.
4. El peso de los equipos agrícolas, de acuerdo con su tránsito, es el principal problema en el grado de compactación.

Las cargas de ejes de la maquinaria están entre 10 y 20 toneladas, un peso capaz de compactar cualquier suelo a profundidades de 60 a 75 cm.

La compactación por debajo de 75 cm se considera del subsuelo.

Si el peso sobre cada eje no excede las 5 toneladas, la compactación normalmente se limita a los 20 a 25 cm superficiales.

Formas de reducir el efecto de la compactación

- Usar equipos agrícolas de llantas dobles y tracción en las cuatro ruedas.
- Programar los trabajos reduciendo el peso de los equipos y combinar labores de campo.
- No usar equipos de discos en campos excesivamente húmedos.
- Utilizar equipos livianos y retirar todo el peso adicional que no se requiera.
- Incorporar residuos de cosecha y estiércol, para aumen-

tar el contenido de materia orgánica y reducir la tendencia a la compactación.

- Mejorar los drenajes del suelo, bajar el nivel de humedad y, por lo tanto, la posibilidad de formar capas duras.
- La forma más rápida para solucionar los problemas de compactación es usar el arado subsolador o el arado de cincel rígido, dependiendo de si las capas son en el subsuelo o superficiales; esta labor se debe realizar en verano.

Después de hacer el estudio del suelo y determinar qué labores deben hacerse y qué tipo de labranza profunda es la recomendada, se puede sugerir algunas recomendaciones:

- Para utilizar el arado de cincel rígido o parabólico y evitar mayor esfuerzo de la maquinaria, hacer el primer pase entre 25 y 30 cm de profundidad y el segundo entre 45 y 50 cm, formando ángulos de 45° con el primer pase. Este aparato se utiliza cuando hay capas entre 20-25 cm.
- Cuando existen capas duras en el subsuelo a profundidades mayores de 70 cm, se debe utilizar el subsolador, teniendo precauciones de acuerdo con el tipo de suelo y los drenajes existentes.
- Otro equipo de labranza profunda para mejorar y evitar la formación de capas duras es el cincel vibratorio, como complemento del arado de cincel rígido, para desterronar e incorporar materia orgánica; no se recomienda para romper suelos extremadamente duros por tener ganchos demasiado frágiles.

Principios básicos de la preparación de suelos

La preparación de suelos o labranza es la manipulación mecánica del suelo con el fin de mejorar las condiciones que favorezcan la producción de los cultivos.

Objetivos de la labranza

1. Desarrollar una estructura deseable para formar la cama de la semilla, permitiendo buena infiltración y retención de agua, una aireación adecuada y una mínima resistencia a la penetración de las raíces.
2. Controlar parcialmente las malezas.
3. Incorporar los residuos de la cosecha anterior.
4. Controlar la erosión.
5. Preparar condiciones específicas en la superficie del terreno para las operaciones de campo.
6. Incorporar enmiendas de suelo y fertilizar.

Preparación del suelo

Preparación primaria

Dirigida a romper la masa del suelo para formar un sistema suelto de terrones de varios tamaños. Esta es una operación profunda, de 30 a 40 cm, dirigida a fragmentar el suelo y a enterrar los residuos de malezas. Para esta labor se utilizan arados de vertedera, discos y/o cincel.

El arado de vertedera corta, parte, levanta e invierte el prisma del suelo y es superior a cualquier otro implemento para romper suelos duros y enterrar la materia orgánica.

El arado de discos corta, invierte y levanta el suelo y los desechos; es apropiado para suelos duros, secos, pegajosos o sueltos que contienen piedras o raíces pesadas; trabaja bien en rastrojo.

El arado de cincel se usa principalmente para romper la compactación o capa dura del subsuelo; no se logra invertir ni mezclar el suelo con el rastrojo; se debe utilizar con suelo seco.

Preparación secundaria

Su objetivo es pulir, nivelar y afirmar el suelo; comprende operaciones más superficiales en que se emplean rastras de disco, de diente flexible, cindeles vibratorios y dientes rígidos.

Existen tres tipos principales de preparación de la cama de semilla:

1. Labranza convencional

Esta práctica emplea las operaciones primarias y secundarias, con gran consumo de energía.

2. Labranza mínima o reducida

Esta práctica emplea sólo instrumentos de labranza secundaria, reduce el consumo de energía y mano de obra, conserva la humedad del suelo, reduce la erosión y la compactación del suelo.

3. Labranza cero

Esta clase de labranza no involucra ningún tipo de implemento de preparación; se utiliza cuando los suelos no tienen compactación; para su preparación se aplican herbicidas dirigidos a la maleza; su objetivo es conservar la humedad del suelo y controlar la erosión mediante la no remoción del suelo y su cobertura con los residuos de cosecha.

La labranza reducida y la labranza cero, permiten el desarrollo del sistema de siembra directa.

Para el caso de Córdoba, donde predominan los inceptisoles con malos drenajes internos y externos y otros problemas descritos previamente, antes de entrar definitivamente en la siembra directa del maíz basada en labranza cero –que es el ideal–, primero hay que drenar los lotes y luego usar un sistema de labranza de mejoramiento y conservación.

Siembra directa en maíz

En Colombia, Córdoba es líder en la siembra directa del algodón debido a la rotación con maíz o con sorgo.

La aplicación de esta tecnología está influenciada por:

- El corto tiempo disponible para la siembra.
- Las fuertes precipitaciones que caen en agosto y septiembre, que dificultan la mecanización de los suelos por exceso de humedad.
- La necesidad de los agricultores de realizar dos cosechas al año para obtener mayor rentabilidad en sus fincas.

Ventajas de la siembra directa

Mientras que el exceso de mecanización produce deterioro tanto físico como químico, la siembra directa ayuda al desarrollo de los perfiles del suelo y ofrece las siguientes ventajas:

- Descomposición rápida de los residuos orgánicos.
- Incremento del proceso de iluviación, que enriquece el contenido de materia orgánica en el 'solum'.
- Incremento de los procesos de meteorización.
- Aumento de la población de microorganismos del suelo, lo que conlleva el desarrollo de los procesos pedogenéticos y la evolución de los perfiles del suelo.

Siembra



Existen tres sistemas de siembra en el cultivo de maíz en Córdoba:

Tecnificado

Este sistema se puede realizar con sembradoras o manual ('a chuzo'). Para que un cultivo de maíz sea tecnificado es indispensable:

1. Sembrar un material mejorado.
2. Hacer un manejo de población, de acuerdo con la densidad recomendada del material.
3. Controlar las malezas manual o químicamente.
4. Realizar fertilización radical o edáfica.

En Córdoba, 50% del área se siembra mecánicamente.

Tradicional

Este sistema se caracteriza por:

1. Utilizar como semilla un material criollo.
2. Sembrar 'a chuzo', en triángulo o pie de por medio.
3. Controlar las malezas tardíamente y en forma deficiente.
4. No utilizar fertilizantes.

Por lo regular este tipo de siembra la realizan en ladera.

En asocio

Este sistema es realizado en zonas de ladera, intercalando maíz con yuca, ñame o frijol, y se caracteriza por:

1. Preparar los suelos con azadón y construir caballones.
2. Sembrar materiales de maíz criollos o mejorados.
3. Sembrar la yuca, ñame o frijol intercalados con el maíz.

Épocas de siembra

Las siembras de maíz en Córdoba se inician con la aparición de las lluvias, así:

Semestre A	Abril 20 a Junio 30
Semestre B	Julio 01 a Septiembre 20
Maíz de sereno	Noviembre 20 a Enero 20
Maíz bajo riego*	Cualquier época

* Dado su alto costo, es preferible programar riegos complementarios. ←

Densidad de siembra

El cultivo de maíz es muy exigente en el manejo de población, dado que su desarrollo vegetativo y reproductivo son afectados severamente por la competencia intraespecífica entre plantas; cuando no se maneja la población requerida por el genotipo, se reduce el rendimiento. Esto quiere decir que la densidad de siembra depende del genotipo: mientras más bajo sea el material, resiste más población y, viceversa, a más altura, menor población.

En Córdoba, por condiciones de fertilidad de los suelos y temperaturas altas (28 y 32 °C) los materiales se desarrollan muy rápidamente y alcanzan su crecimiento vegetativo a los 45 días, por lo cual la competencia por nutrientes, CO₂, agua y luz es muy marcada.

Al sembrarse en Córdoba, todos los genotipos adaptados a alturas de 1.000 msnm aumentan la altura de planta un 25% a 30%, por lo que se deben manejar los cultivos con poblaciones muy por debajo de las recomendaciones del productor de semilla.

En el Sinú Medio, los materiales de porte alto (3.0 a 3.20 m) se deben manejar entre 55.000 y 58.000 plantas/ha y los de porte mediano (2.60 a 2.90 m), entre 58.000 y 62.500 plantas/ha.

Con sembradoras de precisión, se utilizan de 24 a 26 kg de semilla por hectárea, con distancia entre surcos de 80 a 85 cm. Al dejar entre 5 y 6 plantas por metro lineal después del raleo, se establece una población entre 58.000 y 62.000 plantas/ha.

Para la siembra de maíz tecnificado manual 'a chuzo' se deben marcar los surcos con una cabuya entre 80-85 cm y 40-50 cm entre sitios. Al dejar 2 a 3 plantas por sitio después del raleo, de acuerdo con el genotipo que se va a sembrar, se consigue la misma población anterior.

A continuación se muestran las poblaciones que se logran con los distintos arreglos de siembra:

Arreglo espacial en la siembra 'a chuzo' en Córdoba

Distancia entre surcos (m)	Distancia entre sitios (m)	Plantas por sitio	Población (plantas/ha)
0.90	0.90	4	49.380
0.90	0.60	3	55.554
0.85	0.60	3	58.821
0.85	0.40	2	58.800
0.85	0.50	2	48.000
0.80	0.40	2	62.500

Distanciada o raleo

El raleo o distanciada se debe realizar a los 10 días de emergido el cultivo, para evitar competencia entre plantas. Cuando la siembra es 'a chuzo', se debe cortar la planta más débil para evitar el daño que se ocasiona cuando se arrancan las plantas.



Manejo de malezas

Las malezas compiten directamente con los cultivos por la luz, el agua, los nutrientes, el CO₂ y el espacio, causando pérdidas económicas al afectar los costos de producción y la calidad del grano y ser hospederos de plagas y enfermedades.

En Colombia, las malezas causan reducción de los rendimientos del maíz entre 10% y 84%, dependiendo del tipo y número de malezas asociadas con el cultivo.

Investigaciones realizadas en Urabá indican que la época crítica de competencia por malezas en maíz está en los primeros días y que, después de los 10 días de la siembra, los rendimientos se reducen en 27.5 kg/ha por cada día que se demore el control. En el caso del clima cálido, el período crítico de competencia ocurre dentro de los 30 días después de la emergencia.

Un estudio de malezas realizado en Córdoba encontró que la mayoría son poco agresivas, a excepción de las siguientes:

Cyperus rotundus
Echinochloa colonum
Sorghum halepense
Panicum fasciculatum
Elusine indica
Digitalia sanguinalis
Paspalum conjugatum
Amaranthus sp.
Ipomoea sp.
Momordica charantia

Las malezas predominantes se clasificaron así: hoja ancha 69.0%, gramíneas 23.8% y ciperáceas 7.1%.

Métodos de control de malezas

Las malezas se pueden controlar por tres métodos:

- Cultural** Se realiza con una buena preparación de suelo antes de la siembra y con rotación de cultivos.
- Mecánico** Con machete, azadón o cultivadoras.
- Químico** Con aplicación de herbicidas; se puede realizar de tres formas:

1. En presiembra incorporado (PSI): Aplicación de herbicidas residuales en el momento de preparación del suelo, que se incorporan con dos pases de rastrillo. Actúan impidiendo la germinación de las semillas de maleza.
2. En preemergencia (PRE): Herbicidas residuales selectivos que se aplican una vez se siembra el cultivo; necesitan que el suelo esté bien preparado y tenga humedad o esté cerca de la capacidad de campo para actuar específicamente. Su mecanismo de acción inhibe la germinación de la semilla de maleza.
3. En posemergencia (POS): Herbicidas sistémicos residuales, selectivos y no selectivos, que actúan sobre la fotosíntesis y sobre la germinación de la maleza. Sus aplicaciones pueden ser dirigidas o no, dependiendo del modo de acción.

Herbicidas recomendados en el cultivo de maíz de acuerdo con el sistema de siembra

Siembra directa. Sistema de siembra utilizado cuando no existen problemas de compactación; se realiza sin mover el suelo, aplicando un herbicida posemergente (glifosato) sobre las malezas o soca del cultivo anterior y posteriormente se hace la siembra con un equipo de labranza mínima que rompa el suelo y entierre la semilla.

Entre los herbicidas recomendados figuran:

Herbicida	Dosis
Glifosato 480	4.0 L/ha
2.4 D-amina	1.0 L/ha
Glifosato 480 + 2.4 D-amina	4.0 L/ha glifosato + 1.0 L de amina
2.4 D-amina + Atrazina	1.0 L/ha amina + 3.0 L/ha atrazina

En la siembra directa, las aplicaciones de glifosato deben realizarse antes de la siembra, preferiblemente con malezas en pleno desarrollo, antes de la floración, con días soleados, pues se necesita como mínimo 5 horas de exposición de la maleza al sol para un buen control. Cuando las malezas del lote sean de hoja ancha en un 90%, aplicar solamente un producto hormonal a base de amina, solo o en mezcla con un herbicida preemergente.

Para complementar el control de malezas, aplicar en posemergencia tardía uno solo dirigido o en mezcla con un herbicida preemergente, así:

Herbicida	Dosis
Finale	1.2 L/ha
Gesaprin 80 P	2.0 kg/ha
Atrazina 500	3.0 L/ha
Finale + Atrazina 500	1.0 L/ha Finale + 3.0 L/ha atrazina

Principales herbicidas recomendados para el control de malezas en siembras convencionales, según la textura del suelo

Herbicida	Dosis según textura*		Época de aplicación
	Liviana – media	pesada	
Metolaclor (Dual Gold 960)	2.0	3.0	PSI
Metolador (Dual Gold 960)	1.2	1.5	PRE
Gesaprin 80 P	2.0	2.5	PRE
Atrazina 500	2.5	3.0	PRE
Alaclor (Lazo)	4.5	5.0	PRE
Pendimentalina (Prowl)	2.5	3.5	PRE
Merlín	60 g	80 g	PRE
Atrazina 500 + Pendimentalina	2.0 + 2.0	2.5 + 2.0	PRE
Atrazina 500 + Alaclor	1.5 + 2.0	2.0 + 2.0	PRE
Atrazina 500 + Metolador	1.5 + 1.0	2.0 + 1.2	PRE
Atrazina 500 + 2.4 D-amina	2.5 + 1.0	3.0 + 1.0	PRE + POS
2.4 D-amina + surfactante	1.0 + 0.5%	1.0 + 1.0%	POS
Accent	40 g	52 g	POS
Finale	1.0	1.2	POS dirigido
Finale + Diuron	1.0 + 0.8	1.0 + 1.0	POS dirigido

* L ó kg/ha ←

Fertilización

Los cultivos de maíz son sistemas de producción que consumen grandes cantidades de nutrientes aportados por el suelo, especialmente nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio, calcio, azufre, boro, silicio, zinc y otros en menores cantidades. Por esta razón, agotan estos nutrientes en forma rápida y considerable, debiendo recurrirse a las aplicaciones de fertilizantes químicos u orgánicos para asegurar su restitución, evitar el deterioro de los suelos y obtener buenos rendimientos. Su rápido crecimiento en la Costa Atlántica hace que se presente una buena demanda de nutrientes desde la emergencia hasta la madurez fisiológica, mientras que el crecimiento y desarrollo más lentos en zonas medias y altas hacen que la absorción y demanda por unidad de tiempo sean inferiores.

El nitrógeno (N)

Este es uno de los nutrientes que la planta necesita y absorbe en mayor cantidad. De él dependen el crecimiento y el desarrollo rápido del maíz. El N hace parte de las proteínas y la clorofila. Su falta en la planta produce un estrés que afecta procesos fisiológicos importantes como la fotosíntesis, aumenta la pérdida de agua por la transpiración y reduce el número y tamaño de las células responsables del crecimiento.



Su disponibilidad en los primeros días es básica para la formación del aparato fotosintético (clorofila, proteínas de síntesis, PEP carboxilasa) y para la distribución de carbohidratos a las raíces y las primeras hojas.

En la etapa V6, aproximadamente a los 18 días de emergido el cultivo, se inicia el rápido crecimiento del tallo, se forma el primordio de la panoja o flor masculina y la planta entra en mayor actividad fotosintética, para lo que requiere un buen abastecimiento de N.

Igual sucede en la etapa V9, alrededor de los 27 días, en la cual se forman los primordios de mazorca en cada nudo que se encuentra sobre la superficie (de 6 a 9, en promedio) y comienza la rápida elongación de los entrenudos.

El período de máxima demanda del N se presenta desde los 10 días antes de la floración hasta los 25 días después de la floración.

Cuando la planta llega a la etapa V12, entre los 35 y 36 días de emergido el cultivo, se inicia el primordio reproductivo, en el que se define el número de hileras, el número de óvulos por mazorca y el largo de las mazorcas, para lo que debe disponer de nutrientes almacenados en las hojas y tallos, particularmente N.

El fósforo (P)

El fósforo es el responsable de varias características de crecimiento como la utilización del azúcar y el almidón, la formación del núcleo en la división celular y la transmisión de los factores hereditarios. Además, participa en la fosforilación, la fotosíntesis, la respiración, la síntesis y descomposición de carbohidratos, proteínas y grasas (Arnon, 1967; citado por Contreras y García, 1985).

Contribuye a la mejor utilización del N en el metabolismo de las plantas jóvenes, lo que hace muy importante que esté disponible en el suelo en forma asimilable, en cantidades suficientes.

Es particularmente importante para el desarrollo y maduración de las raíces y de la semilla; su falta produce deficiente formación de los órganos reproductivos.

Debido a que es un elemento poco móvil en el suelo, sólo una parte del P aplicado queda a disposición de la planta.

En el maíz se ubica principalmente en los órganos jóvenes, de allí la importancia de su aplicación antes o al momento de la siembra. Sin embargo, el cultivo lo absorbe hasta su madurez fisiológica.

Los síntomas de deficiencia, un color rojo púrpura en el tallo y las hojas, se presentan entre los 6 y los 50 días de emergido el cultivo.

El potasio (K)

El potasio incrementa la eficiencia fotosintética y de la respiración; es activador de enzimas y del transporte de sustancias dentro de la planta; además está presente en la división celular.

Este nutriente es absorbido rápidamente al inicio de la emergencia de la planta. Sin embargo, los síntomas de deficiencia comienzan a aparecer desde los 25 hasta los 50 días.

Sólo un tercio del K acumulado en tallos y hojas pasa al grano, mientras los dos tercios restantes regresan al suelo en la soca.

El K debe aplicarse todo en el momento de la siembra o entre los 10 y 25 días después de la emergencia.

Los otros nutrientes

Aunque absorbidos en cantidades menores, son esenciales para el maíz:

El calcio (Ca) es constituyente esencial del tallo y las hojas.

El magnesio (Mg) es componente básico de la clorofila.

El zinc (Zn) es importante como catalizador y como regulador del metabolismo de la planta.

Por su parte, el boro (B), el silicio (Si) y el zinc (Zn) contribuyen a prevenir enfermedades en el maíz.

Extracción de nutrientes

El siguiente cuadro presenta las cantidades de nutrientes que debe extraer el cultivo de maíz, en kilogramos por hectárea, para alcanzar los rendimientos esperados:

Rendimiento del cultivo (kg/ha)	Nitrógeno (N)	Fósforo (P ₂ O ₅)	Potasio (K ₂ O)	Magnesio (MgO)	Azufre (S)
3.000	60	25	60	20	13
4.000	80	33	80	27	17
5.000	100	42	100	33	21
6.000	120	50	120	40	25

El agricultor debe realizar el análisis del suelo para determinar la cantidad de nutrientes presentes y, con base en los requerimientos del cultivo, calcular cuánto fertilizante debe aplicar a cada lote en particular.

El éxito de la fertilización en maíz depende de la interpretación adecuada de los análisis, de la disponibilidad de las fuentes apropiadas de nutrientes y del momento oportuno de su aplicación.

Agricultores altamente tecnificados de Córdoba han sobrepasado las 7 t/ha en condiciones de campo con un plan integrado de fertilización, que incluye aplicar fósforo, potasio, elementos secundarios y menores y una parte del nitrógeno al momento de la siembra, utilizando sembradoras abonadoras de precisión, y con la aplicación del resto del nitrógeno antes de los 30 días. Experimentalmente se han superado las 10 t/ha.

Aplicación

El ICA recomienda aplicar los fertilizantes en la Costa Atlántica según el resultado de los análisis del suelo, como sigue:

Resultado del análisis del suelo			Fertilización (kg/ha)		
Materia orgánica (%)	P (ppm)	K (meq/100 g)	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
<2	<30	<0.20	50 a 75	50 a 75	25 a 50
2 a 4	15 a 30	0.20 a 0.40	25 a 50	25 a 50	15 a 25
>4	>30	>0.40	0 a 25	0 a 25	0

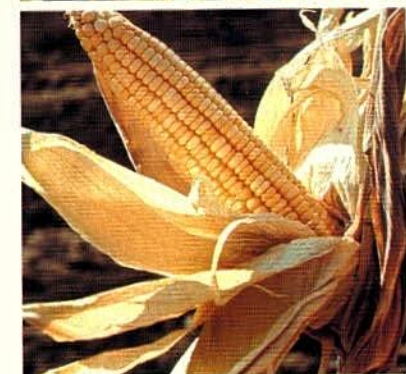
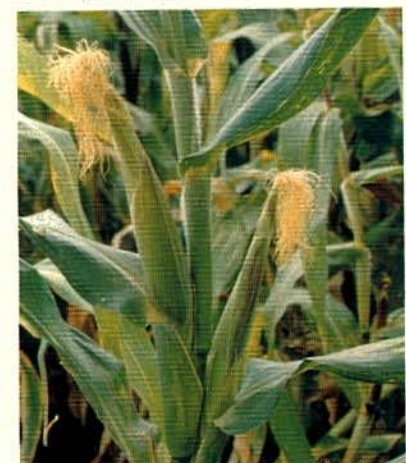
Época de aplicación

Los abonos compuestos o las fuentes de fósforo, potasio y elementos menores deben aplicarse al voleo en la última rastrillada o con sembradora abonadora al momento de la siembra.

El nitrógeno debe aplicarse fraccionado: 30% a la siembra, 35% a los 18 días y el resto a los 27 días de emergido.

Fertilización foliar

Como complemento a la aplicación de los fertilizantes edáficos o para corregir deficiencias de elementos menores, en especial boro, zinc y silicio, determinadas con análisis foliares, se puede realizar la aplicación de fertilizantes foliares antes de los 65 días de emergido el cultivo.



Diagnóstico químico y fertilidad de los suelos de la región de Córdoba

Introducción

Durante el período 1999-2002, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural propició y financió el plan de fomento a la producción de maíz amarillo, ejecutado por Fenalce – Fondo Nacional Cerealista. Como parte de la estrategia, se incluyó el financiamiento a los productores para la realización de análisis de suelos, como un soporte tecnológico para ejecutar las labores de fertilización del cultivo. La disponibilidad de esa valiosa información sobre los resultados de los análisis químicos de las regiones en donde el plan se desarrolló, llevó a destinar recursos para la organización, tabulación y el análisis de la información, con el objeto de servir como base de diagnóstico y determinar los requerimientos nutricionales demandados por el cultivo del maíz en las regiones productoras. Se presentan a continuación los resultados del departamento de Córdoba.

Materiales y métodos

Para detallar la información existente, esta región productora de maíz fue dividida en seis sub-regiones:

- **Sub-región Litoral:** municipios de Canalete, Las Córdoba, San Andrés de Sotavento y San Antero.
- **Sub-región Medio Sinú:** municipios de Cereté, Ciénaga de Oro, Montería y San Carlos.

- **Sub-región Bajo Sinú:** municipios de Chima, Cotorra, Loricá, Momil, Purísima y San Pelayo.
- **Sub-región Ladera:** municipios de Chinú, Planeta Rica y Pueblo Nuevo.
- **Sub-región San Jorge:** municipio de Puerto Libertador.
- **Sub-región Alto Sinú:** municipios de Tierralta y Valencia.

Métodos de laboratorio

Los análisis de esta zona del país fueron efectuados por el laboratorio de Suelos de la Universidad de Córdoba, donde se emplearon los siguientes métodos analíticos:

- **Materia orgánica:** metodología de Walkley y Black o de combustión húmeda.
- **pH:** método potenciométrico en la relación suelo:agua 1:1.
- **Fósforo:** Bray II.
- **Bases cambiables (Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, K⁺ y Na⁺):** extracción con acetato de amonio 1 N y pH 7.0.
- **Azufre:** análisis de la forma soluble en el extracto de saturación y valoración turbidimétrica.

Con base en la distribución de frecuencias para el contenido de nutrientes, las relaciones entre cationes y luego de aplicar las probabilidades de respuesta a la fertilización

inherentes a cada rango, se considera que existe un 80% de respuesta a la fertilización cuando el contenido es bajo, 50% cuando es medio y sólo hay un 20% de respuesta cuando el contenido del nutriente es alto. De esta manera se determinaron cuáles son los nutrientes que con más frecuencia se requieren en la fertilización de cada región.

Resultados

pH

Presentan incidencia de suelos ácidos, en su orden, las sub-regiones San Jorge (100%), Medio Sinú (38%), Ladera (37%) y Bajo Sinú (33%). Sin embargo, solamente en la región del Medio Sinú se presentaron suelos con aluminio en una frecuencia de 36%. De ellos, 22% tenía contenidos altos (>2.5 meq Al/100 g de suelo). Los porcentajes de saturación de aluminio en esta sub-región fueron bajos, ya que el máximo alcanzado fue 14%. Como es de esperarse, los municipios que hacen parte de la sub-región Litoral (áreas costeras) poseen 50% de los predios que tienden a la alcalinidad ocasionada por altos valores de Ca y Mg y, en algunos, casos por sodio alto (30% de los predios). De igual manera, en el municipio de Chinú, corregimientos de Carranzó y Noba (sub-región Ladera), se presenta un grupo de suelos con sodio alto (1.10 a 2.96 meq/100 g de suelo). Excepto casos puntuales, en esta región no se evidencia en los resultados problemas por sodio.

Carlos Ernesto Molina Gómez*

* Ingeniero agrónomo. Contratista, Fenalce, Regional Tolima. ←

Figura 1. Distribución de valores de pH en los suelos de las principales zonas productoras de maíz en Córdoba

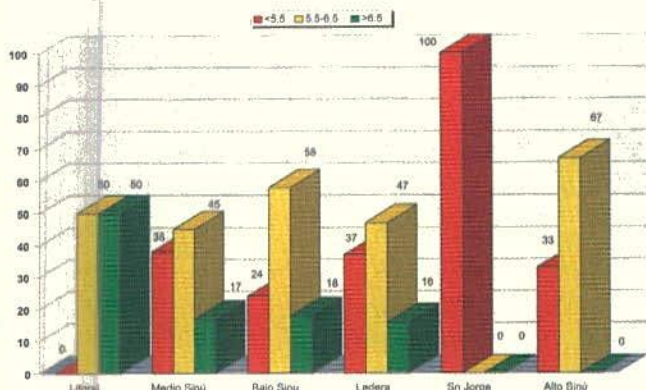


Figura 2. Distribución de valores de materia orgánica en los suelos de las principales zonas productoras de maíz en Córdoba

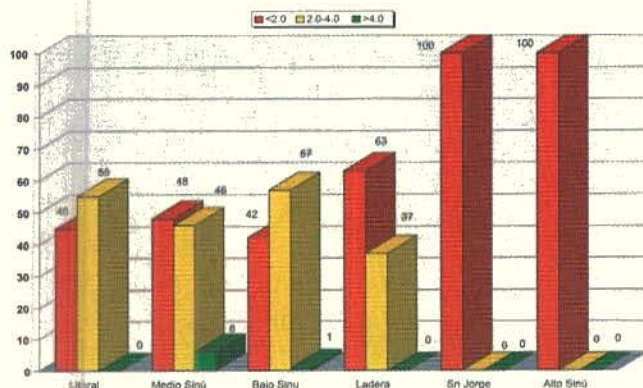
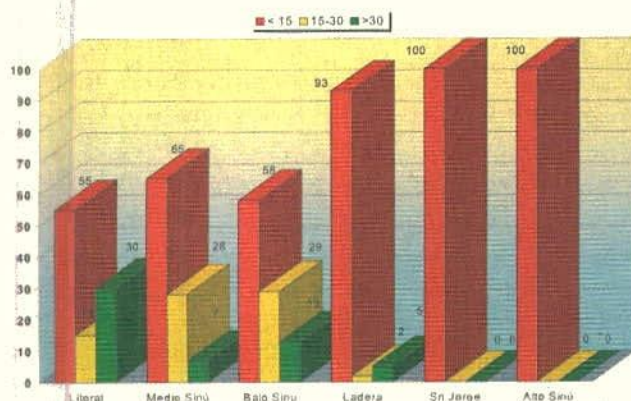


Figura 3. Distribución de valores de P en los suelos de las principales zonas productoras de maíz en Córdoba



Materia orgánica

Predominan los valores bajos de materia orgánica en toda la región y en orden de menor a mayor contenido están: Alto Sinú y San Jorge (100% de los predios con menos de 2% de materia orgánica), Ladera (63%), Medio Sinú (48%), Litoral (45%) y finalmente la sub-región Bajo Sinú (42%).

Las sub-regiones con mayor materia orgánica son: Bajo Sinú, Litoral y Medio Sinú, en donde los contenidos medios de materia orgánica (2.0% a 4.0%) participan con 57%, 55% y 46%, respectivamente.

Por la importancia que tiene el nitrógeno en la nutrición del maíz, en las sub-regiones de Córdoba se encuentra una excelente respuesta al uso adecuado de este nutriente.

Fósforo

Se presentan una gran variación en los contenidos de fósforo, predominando los valores bajos (menos de 15 ppm) en todas las sub-regiones. Este bajo contenido se presenta en 100% de los casos en San Jorge y Alto Sinú, en 93% en Ladera, 65% en Medio Sinú, 58% en Bajo Sinú y 55% en Litoral. Presentan un contenido moderado de fósforo (15-30 ppm ó mg/kg) las sub-regiones de Bajo Sinú, en un 29% de los casos, y Medio Sinú con 28%. La sub-región Litoral presenta los contenidos más altos de fósforo, con una participación porcentual de 30% sobre la totalidad de predios de esta zona.

Excepto en la sub-región Ladera, las restantes sub-regiones pueden presentar antagonismos entre los fertilizantes fosfatados y el alto calcio del suelo. En los suelos con pH altos se debe utilizar fuentes que dejen en el suelo un residuo ácido (MAP ó STP).

Potasio

El contenido de K es bajo (menos de 0.2 meq) en las sub-regiones San Jorge (75%), Ladera y Alto Sinú.

Los contenidos altos se encuentran en Bajo Sinú (76%) y Medio Sinú (70%). Al analizar los niveles de saturación de K, se evidencia que las sub-regiones Litoral (en 70% de los casos), nuevamente Ladera (74%) y San Jorge (75% de los predios) presentan, en el complejo de cambio, bajas proporciones de K con respecto a otros cationes, lo que puede dificultar su absorción por las plantas.

Figura 4. Distribución de valores de K en los suelos de las principales zonas productoras de maíz en Córdoba

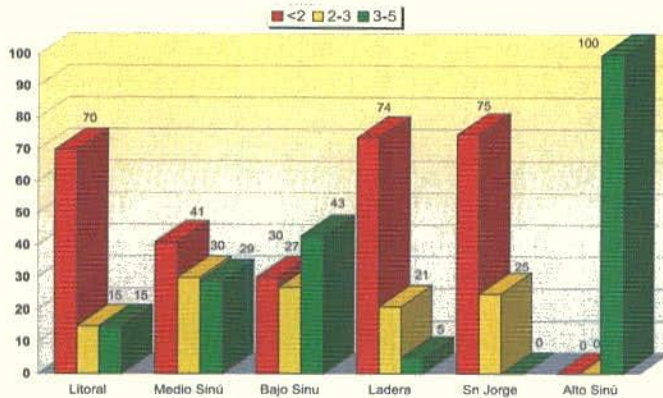


Figura 5. Distribución de valores de S en los suelos de las principales zonas productoras de maíz en Córdoba

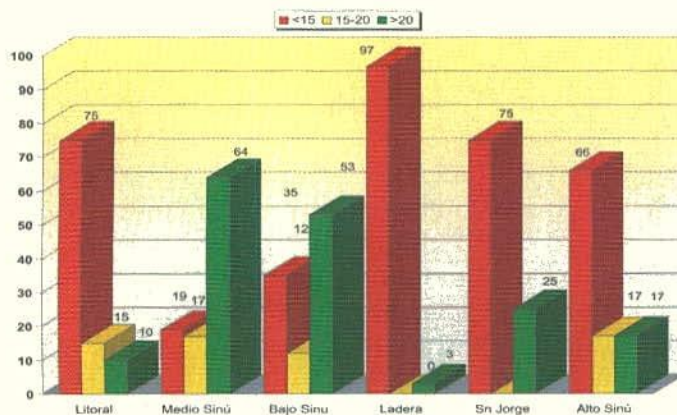
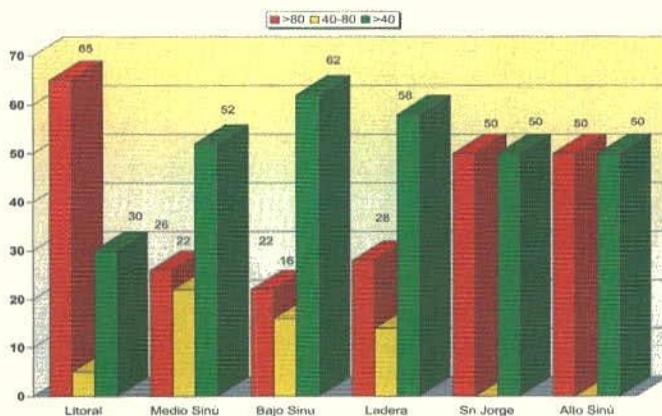


Figura 6. Distribución de valores de (Ca+Mg)/K en los suelos de las principales zonas productoras de maíz en Córdoba



El índice de disponibilidad del K, medido por la relación $(Ca+Mg)/K$, indica que el Ca y el Mg interfieren con la asimilación del K en las siguientes proporciones por sub-regiones: Litoral en 65% de los casos, San Jorge y Alto Sinú en 50%. Por el contrario, la disponibilidad es buena en las sub-regiones Bajo Sinú (62% de los predios), Ladera (58%) y Bajo Sinú (52%).

Azufre

Los niveles de azufre soluble son bajos, especialmente en las sub-regiones: Ladera (en 97% de los predios), Litoral y San Jorge (75%) y Alto Sinú (66%). Estas deficiencias están íntimamente ligadas a los bajos niveles de materia orgánica en dichas zonas.

Existen niveles altos de azufre soluble en Medio Sinú (64%) y Bajo Sinú (53%). Sin embargo, en estas dos sub-regiones se presentan valores excesivos de azufre asociados con pH ácidos, dando origen a los denominados suelos sulfatoácidos, característicos de esta región del país.

El mal drenaje interno es un obstáculo para mejorar la productividad de estos suelos, que poseen otras características favorables desde el punto de vista nutricional.

Calcio y magnesio

Los valores de calcio son altos (> 3.0 meq/100 g de suelo) en las sub-regiones Litoral, Medio Sinú y Bajo Sinú.

Las sub-regiones Ladera y San Jorge presentan valores bajos, con proporciones de 28% y 25%. Las saturaciones de calcio en general se encuentran entre contenidos medios y altos, destacándose la sub-región Litoral, en donde dicha saturación alcanza el 85% de los suelos de los predios estudiados. En Alto Sinú se presenta una condición similar.

En magnesio, todas las regiones presentan niveles altos (> 3.0 meq/100 g de suelo), encontrándose estos valores en 50% a 100% de los predios de cada región. Se presentan valores bajos (< 1.5 meq/100 g de suelo) en la sub-región Ladera (23% de los casos) y San Jorge (50%). De la misma forma, los suelos de la región de Córdoba presentan una alta saturación de magnesio (entre 50% y 96% de los suelos).

La relación Ca/Mg presenta unas cifras muy estrechas (< 2.0), observándose en todas las sub-re-

giones algunas relaciones invertidas (<1). Los contenidos altos, tanto de calcio como de magnesio, en muy pocos casos ameritarán aplicaciones de uno u otro elemento. El manejo de la nutrición en predios con relación Ca/Mg invertida deberá efectuarse mediante monitoreo de contenidos foliares, para hacer ajustes a los planes de fertilización.

Figura 7. Distribución de frecuencia de Ca en los suelos de las principales zonas productoras de maíz en Córdoba

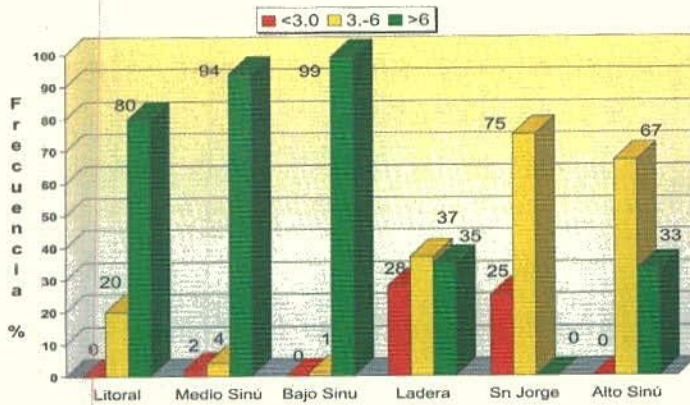


Figura 9. Distribución de valores de Ca/Mg en los suelos de las principales zonas productoras de maíz en Córdoba

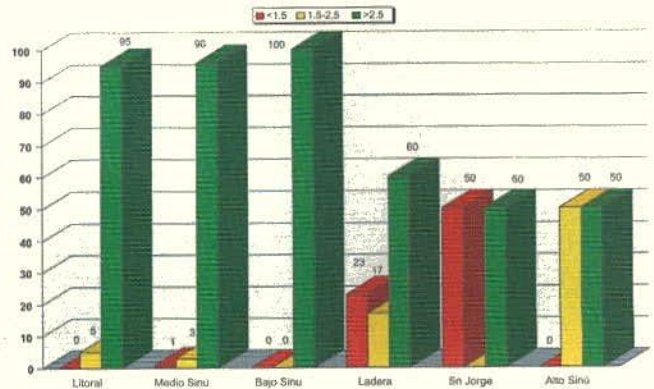


Figura 8. Distribución de valores de Mg en los suelos de las principales zonas productoras de maíz en Córdoba

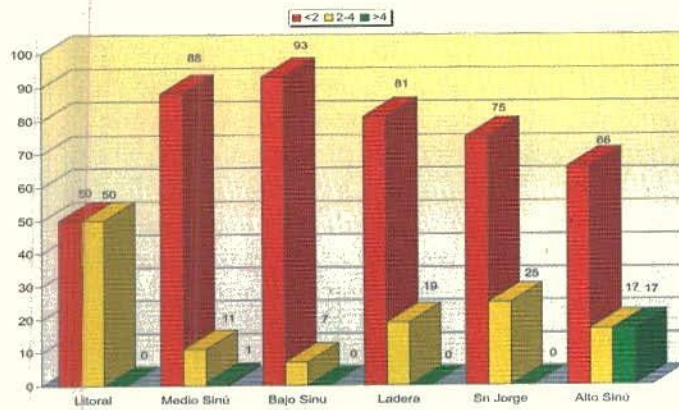


Figura 10. Distribución de valores de Ca en los suelos de las principales zonas productoras de maíz en Córdoba

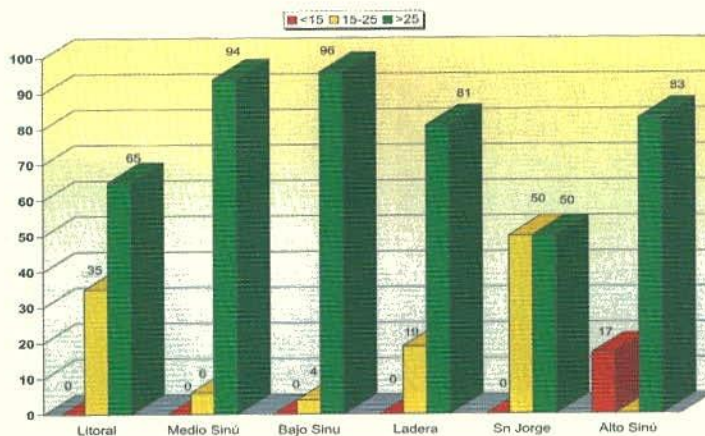
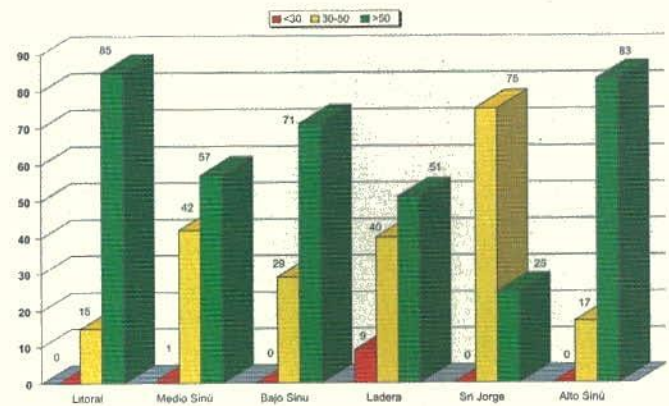


Figura 11. Distribución de valores de Mg en los suelos de las principales zonas productoras de maíz en Córdoba

Probabilidad de respuesta elementos limitantes

De acuerdo con la metodología usada y el cálculo de respuesta según los contenidos de los elementos (bajo, medio, alto) y utilizando las frecuencias absolutas de los principales elementos evaluados, se presenta en la tabla 1 la probabilidad calculada de respuesta a la fertilización.

Tabla 1. Probabilidad calculada de la respuesta del cultivo del maíz a la fertilización en predios de la región de Córdoba. Plan Maíz 1999-2002

Región	Nutrientes					
	Probabilidad de respuesta (%)					
	N	P	K	S	Ca	Mg
Litoral	64	58	50	70	26	22
Medio Sinú	63	68	32	37	23	22
Bajo Sinú	62	63	32	44	20	20
Ladera	69	77	61	78	48	39
San Jorge	80	80	73	65	58	50
Alto Sinú	80	80	60	65	40	35
Promedio	70	71	51	60	36	31



De la información analizada se infiere que los elementos con una alta probabilidad de respuesta desde el punto de vista regional son: nitrógeno, fósforo azufre y potasio. Dentro de las sub-regiones, aquéllas que tengan una cifra mayor de 50% deben considerarse con una alta probabilidad de respuesta al elemento respectivo.

Recomendaciones generales de fertilización

En la tabla 2 se agrupan, de forma general, las recomendaciones para la fertilización en el cultivo del maíz.

Las dosis recomendadas de fertilizantes darán una alta probabilidad de respuesta si las aplicaciones se hacen en el momento oportuno y en la forma adecuada, en cuanto a la localización del fertilizante, la humedad del suelo y la fuente utilizada.

Las condiciones climáticas (excesos de lluvias) y las prácticas culturales (riego) en suelos de texturas arenosas pueden ocasionar pérdidas de nitrógeno, por lo que las dosis de fertilización deben incrementarse en 10 a 15 kg/ha para compensar estas pérdidas. En suelos con baja capacidad de intercambio catiónico es recomendable realizar el fraccionamiento del nitrógeno y potasio para mejorar sus eficiencias. Las dosis propuestas deben ser ajustadas por el ingeniero agrónomo, de acuerdo con las condiciones y experiencias locales y con los genotipos de maíz utilizados.

Tabla 2. Dosis recomendadas para la fertilización del cultivo del maíz. Departamento de Córdoba

Elemento o forma convencional	Disponibilidad del elemento		
	Baja	Media	Alta
	Dosis del elemento (kg/ha elemento)		
N	150	90-120	75
P ₂ O ₅	60-70	30-60	0-30
K ₂ O	60-90	30-60	0-30
S	30	15-30	0-15
CaO	100	50-100	0-50
MgO	30-40	15-30	0-15

Manejo de plagas

Para combatir los insectos y contrarrestar las pérdidas que ocasionan en los cultivos, el hombre ha probado una amplia gama de métodos, que se pueden resumir en cinco grandes categorías: cultural, físico, biológico, genético –de índole preventiva– y químico –de índole correctiva– (Kolan, 1986).

Manejo integrado

Consiste en utilizar diversos sistemas de control para reducir las poblaciones de plagas a niveles inferiores a aquéllos que causan daños económicos. Lo fundamental de esta definición y del sistema es el concepto del nivel de población que causa pérdidas económicas.

Cada vez se encuentra con mayor frecuencia en la literatura el término ‘umbral de acción’, que es el nivel de población del insecto al cual el costo marginal es igual al beneficio marginal de control.

Los sistemas actuales de manejo utilizan las aplicaciones de insecticidas de tipo correctivo, basadas en un sistema de monitoreo de las poblaciones de insectos plaga y benéficos, para tomar las decisiones de control con base en un umbral de acción.

Lo fundamental es complementar con insecticidas las deficiencias ocasionales que puedan presentar la resistencia varietal y los métodos de control preventivo.



Plagas del suelo

Solenopsis sp.

Hormiga de 2 a 4 cm de largo, de color amarillo o rojizo brillante. Ataca el embrión de las semillas de maíz; cuando las poblaciones son altas, acaban con toda la semilla, teniendo que resembrar el lote. Cuando las plántulas emergen, las hormigas empiezan a dañar el tejido meristemático o zona de crecimiento ubicada en la base del tallo, produciendo la muerte de la planta; cuando atacan plantas con 6 ó 7 hojas (18 días), éstas empiezan a macollar y detienen su crecimiento.

Control

CONTROL QUÍMICO

Se recomienda proteger la semilla con insecticidas específicos:

Producto	Dosis
Semevin	8 a 12 cc/kg de semilla
Gaicho	2 a 3 cc/kg de semilla

Esta protección dura aproximadamente hasta 8 días después de la germinación. ←

En ataques posteriores se recomienda una aplicación dirigida a la base del tallo con:

Producto	Dosis
Cipermetrina + Lorsban 4E	300 cc + 800 cc/ha
Regent	40 cc + 100 cc aceite/bomba de 20 L

El objetivo de esta aplicación es controlar la reina que pone los huevos para evitar el incremento de las poblaciones. ←



Trozadores

Agrotis ipsilon (Hufnagel)

Lepidoptera: Noctuidae. Es el trozador más importante de la planta de maíz, se alimenta de tejidos tiernos, dañando las raíces y trozando el cuello de la planta. Su mayor ataque lo realiza los primeros 15 días de emergido el cultivo. Cuando las plantas tienen más de 4 hojas verdaderas y un sistema radical extenso, sus daños no tienen repercusión económica.

Control

El nivel económico de esta plaga es 3 a 4 plantas trozadas por metro lineal ó 10% generalizado en el lote.

CONTROL QUÍMICO

Aplicar cebos envenenados en las horas de la tarde, pues las larvas hacen el daño en las horas de la noche y permanecen durante el día escondidas en reposo.

Preparación

Material inerte	50 kg de pica de arroz, salvado de trigo, maíz o aserrín de madera.
Material atrayente	1.5 L de miel de purga o melaza, diluidos en 12 L de agua.
Insecticida	Lorsban, Nudrin o Cipermetrina en la dosis de la etiqueta.

Las aplicaciones se deben hacer dirigidas a la base de la planta; proteger las manos con guantes. ←

También se puede aplicar uno de los siguientes productos:

Producto	Dosis
Larvin 375	800 cc/ha
Lannate 4C	1.0 L/ha
Nudrin 216	1.0 L/ha
Lorsban 4E	1.2 L/ha

La aplicación debe dirigirse a los surcos y hacerse en las horas de la tarde. ←

Spodoptera frugiperda (J.E - Smith)

Lepidoptera: Noctuidae. Esta larva corta las plantas en la parte inferior de los tallos; es de mucho cuidado cuando se comporta como gusano ejército. Cuanto más tardíos son los daños como trozador, mayores serán las pérdidas, ya que la larva puede afectar el punto de crecimiento ocasionando la muerte. A diferencia del *Agrotis*, su daño va en aumento a

medida que la población migra en el cultivo; además se puede presentar por focos.

Control

El ataque crítico se presenta inmediatamente después de la emergencia de las plántulas, es decir, en los primeros 15 días del cultivo. Si el tiempo es seco, esta primera generación es muy alta; un 10% de plantas trozadas, ó 3 a 4 plantas trozadas por metro lineal, hacen necesario su control. En tiempo lluvioso el daño se minimiza (García Roa, 1996).

CONTROL FÍSICO

Se recomienda sembrar en época de lluvias; a más de asegurar una alta emergencia de las plántulas y un desarrollo vigoroso, se reduce el daño de *Spodoptera*, ya que el depósito de agua que se forma en el cogollo contribuye a la mortalidad de las larvas y provoca su salida, exponiéndolas a la acción de parasitoides, depredadores y entomopatógenos.

CONTROL CULTURAL

Además de la siembra en tiempos de lluvias, es necesario adoptar prácticas culturales que favorezcan el manejo del insecto: una correcta preparación del suelo, el manejo oportuno de malezas hospederas, la rotación de cultivos, la uniformidad en las siembras, la cosecha oportuna y la destrucción de residuos.

CONTROL QUÍMICO

Usar cebos envenenados, como en el caso de *Agrotis*.

Eutheola bidentata

Coleoptera: Scarabaidae. Este cucarrón se ha constituido en limitante para cultivos de maíz, sorgo y arroz en Córdoba, Antioquia, Meta, Caquetá y Putumayo. Ocasiona importantes pérdidas por trozamiento de plántulas.

Las larvas del cucarrón prefieren alimentarse de raíces fibrosas. Se encuentran en sus diferentes estados en los primeros 10 cm de profundidad del suelo, dependiendo del contenido de humedad.

Su mayor medio de dispersión es el vuelo de adultos atraídos por los focos luminosos durante la noche. El vuelo puede cubrir uno o varios kilómetros, dependiendo de la intensidad de la luz. La población que ataca el cultivo generalmente se forma fuera del área y se establece en praderas, barbechos u otro nicho ecológico apropiado para el desarrollo de los diferentes estados inmaduros.

La duración de cada estado está influenciada por la forma de preparación del suelo y por factores climáticos, principalmente la temperatura y la precipitación.

El daño más severo es el realizado por el adulto durante el proceso migratorio; para las diferentes zonas se tiene establecido que durante el semestre A el adulto comienza su migración, a partir de mayo hasta mediados de julio, y en el semestre B, de septiembre a principios de diciembre. Existen zonas donde este proceso sucede en menos tiempo y con mayor abundancia de adultos, lo que en muchos casos obliga a resembrar, aumentando los costos de producción.

Control

CONTROL BIOLÓGICO NATURAL

Bajo condiciones naturales, el insecto está regulado por diferentes organismos benéficos, que pueden causar mortalidad hasta de 12.5% en huevos, 56.5% en larvas y 12.5% en pupas, de acuerdo con estudios realizados por cuatro años en Caquetá (Vásquez y Sánchez, 1990). Entre los más importantes se encuentran los nematodos, siendo *Hexameris* sp. (*Mermithidae*) el mayor agente controlador, y en menor proporción, nematodos de la familia Steinernematidae. También atacan a los diferentes estados larvales del cucarrón: la 'enfermedad azul', causada por *Rickettsiella* sp.; el hongo *Metarhizium anisopliae* y bacterias del género *Bacillus*.

CONTROL QUÍMICO

En lotes que históricamente hayan tenido infestaciones o en los que se detecten altas poblaciones, se debe hacer aplicaciones en las partes bajas o zonas afectadas, con insecticidas en polvo para espolvoreo, en dosis de 25 a 30 kg/ha e incorporados con la última rastrillada.

Cuando el daño se presenta en la emergencia del maíz, se aplican insecticidas piretroides, como Baytroide, Polytrin, Sherpa, Nurell y otros, en dosis de 30 cc/bomba de espalda, dirigida a la base del tallo. Cuando se presentan ataques fuertes y no se hace el control del cucarrón, éste acaba con un lote en 24 horas.

Chinche de la raíz, *Blissus* sp

Hemiptera: Lygaeidae. Tanto ninfas como adultos se dispersan caminando por el suelo; sus primeros ataques se observan en los bordes del cultivo. La mayor actividad la desarrolla en la tarde y en días opacos.

En suelos arenosos y franco arenosos, es plaga de importancia económica durante los primeros 20 días del cultivo; una vez establecida la plaga en un cultivo, la generación sucesiva se desarrolla más rápido y en mayor número que si hubiera permanecido en hospederos alternos.

La hembra deposita los huevos en el suelo cerca de la raíz; las ninfas de primero, segundo y tercer instares se alimentan de las partes tiernas de la raíz, causando puntos necróticos que obstaculizan la absorción de nutrientes por la planta, que inicialmente se torna amarilla para después secarse, debido a la inyección de toxinas durante el proceso de alimentación y a la entrada de patógenos (Vásquez y Sánchez, 1992).

La especie más importante económicamente es *Blissus leucopterus* (Say). De acuerdo con estudios de Vásquez y Sánchez (1991) en sorgo y de Caraballo (1990) en maíz, el insecto tiene gran poder de adaptación a diferentes condiciones climáticas y alturas sobre el nivel del mar.

El incremento de la población en períodos cortos se debe a que una hembra puede ovipositar en promedio 153 huevos; cada generación se forma en 20.9 semanas y aumenta en tamaño 92.6 veces.

Vásquez y Sánchez (1992) encontraron que la maleza liendrepuerco (*Ecchinochloa colonum* [L.] Link) es el hospedero más susceptible al ataque del chinche.

Ciclo de vida de *Blissus leucopterus* (Say) en maíz en Córdoba (Montería) y en sorgo en Tolima (El Espinal)

Estado	Duración (días)	
	Montería	El Espinal
Huevos	7.7	8.4
Ninfa (5 instares)	27.2	26.1
Longevidad macho	70.6	92.0
Longevidad hembra	98.0	98.0
Pre-oviposición	7.2	8.0
Período de oviposición	66.3	66.0
<i>Condiciones ambientales</i>		
Temperatura (°C)	27.7	30.0
Humedad relativa (%)	83.0	65.0
Altitud (msnm)	40	431



CONTROL CULTURAL

Reducir al mínimo las malezas hospederas del insecto y destruir las socas de maíz, arroz y sorgo, dentro y alrededor de 15 a 20 días antes de la siembra.

Mantener el cultivo y los bordes limpios de malezas y otros hospederos.

CONTROL QUÍMICO

Aplicar insecticidas granulados de acción sistémica en el momento de la siembra puede proteger el cultivo durante los primeros días de establecimiento. Una vez detectados los focos del insecto o el área de avance, realizar el control localizado, con los siguientes productos:

Producto	Dosis
Cipermetrina	800 cc/ha
Basudin	500 cc/ha
Piretroides	200 cc + 800
+ Nudrin	cc/ha

En días soleados, dirigir la aplicación hacia el tallo o área foliar. El riego hace que el insecto migre a la parte superior de la planta.

Gramíneas hospederas de *Blissus leucopterus* (Say) encontradas en Tolima y Córdoba

Nombre científico	Nombre vulgar
<i>Ecchinochloa colonum</i> (L.) Link	Liendrepuerco
<i>Cenchrus brownii</i> Roem. Et. Schult.	Cadillo carrito blanco
<i>Chloris polydactyla</i> (L.) Swartz	Paja blanca
<i>Setaria geniculata</i> (Lam.) Beauvois	Limpia fresco
<i>Digitalia sanguinalis</i> L.	Guardarroció
<i>Brachiaria</i> sp.	Braquiaria
<i>Panicum maximum</i> Jacq.	Pasto guinea
<i>Panicum fasciculatum</i> Sw.	Granadilla
<i>Leptochloa filiformis</i> (Lam.) Beauvois	Paja mona
<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaerth	Pata de gallina
<i>Cynodon dactylon</i> L.	Falsa caminadora
<i>Ischaemum rugosum</i> (Salisb.)	Pasto horqueta
<i>Paspalum conjugatum</i> (Bergins)	Pasto argentina
<i>Paspalum virgatum</i> L.	Pajón

Control

Cuando se detecta su presencia se deben hacer monitoreos cada 4 a 5 días durante los primeros 20 días del cultivo, época crítica de establecimiento de la plaga.

Comedores de follaje

Gusano cogollero, *Spodoptera frugiperda* (JE Smith)

Lepidoptera: Noctuidae. Esta plaga es la de mayor importancia económica en maíz. El daño del cogollero en su primer instar consiste en raspar las hojas tiernas y posteriormente aparecen áreas translúcidas. Cuando la larva alcanza cierto desarrollo, comienza su descenso hacia el cogollo a comer follaje, observándose en forma característica los excrementos de la larva en forma de aserrín.

Este tipo de daño en la última hoja formada, acompañado de la larva y excrementos húmedos similares al aserrín, son indicativos de daño fresco o nuevo, el cual, expresado en porcentaje dentro de un total de plantas continuas revisadas por surco, determina el nivel de daño económico.

La segunda generación puede presentarse entre los 20 a 30 días de desarrollo del cultivo y la tercera generalmente ocurre antes de o durante la floración. Cuando la plaga es abundante y los controles anteriores han sido insuficientes, se encuentran larvas dañando mazorcas. Este daño se localiza en la punta y no reviste importancia económica (García Roa, 1996).

Control

Si el tiempo es seco, un daño fresco superior al 50% durante el primer instar justifica el control. El nivel de daño económico en la segunda generación, cuando está escondido dentro del cogollo, es del 60% con presencia de larvas y excrementos húmedos.

CONTROL FÍSICO

Se ha comprobado que un período continuo de lluvias, durante los primeros días de la emergencia o en cada una de las etapas de mayor infestación, puede bajar la plaga a niveles de poca importancia económica e interferir el hábito de oviposición de la polilla, especialmente si la lluvia ocurre en la noche.

En tiempo de verano, la falta de agua provoca un estrés o acebollamiento del follaje. Cuando hay alta infestación y varias larvas por planta, las grandes salen del cogollo y perforan el tallo en su punto basal, matando las plantas. Se recomienda aplicar riego para evitar este fenómeno y controles oportunos para reducir la población de larvas.



CONTROL BIOLÓGICO Y MICROBIOLÓGICO

Spodoptera frugiperda tiene una amplia gama de enemigos naturales, como se puede ver a continuación:

Especies parasitoides, depredadores y entomopatógenos de *Spodoptera frugiperda* en Valle del Cauca, Antioquia y Tolima.

Parasitoides	
De huevos	<i>Chelonus insularis</i> Cresson (Himenoptera: Braconidae)
	<i>Telenomus</i> pos. Remus Nixon (Himenoptera: Scelionidae)
De larvas	<i>Meteorus laphygme</i> Viereck (Himenoptera: Braconidae)
	<i>Apanteles</i> sp. (Himenoptera: Braconidae)
	<i>Eiphosoma</i> sp. pos Viticola Cresson (Himenoptera: Inchnemionidae)
	<i>Exasticolus fuscicornis</i> (Cameron) (Himenoptera: Braconidae)
	<i>Euplectrus planthypenae</i> Howard (Himenoptera: Eulophidae)
	<i>Winthemia rufopicta</i> (Bipol) (Diptera: Tachinidae)
	<i>Winthemia</i> sp. pos. Sinuata Renhard (Diptera: Tachinidae)
	<i>Incarnya</i> sp. (Diptera: Tachinidae)
	<i>Eucelatoria</i> sp. (Diptera: Tachinidae)
	<i>Gonia crassicornis</i> (F.) (Diptera: Tachinidae)
	<i>Acroglossa vetuca</i> Rein (Diptera: Tachinidae)
	<i>Lespesia archippivora</i> (Riley) (Diptera: Tachinidae)
	<i>Sarcophaga</i> sp. (Diptera: Sarcophagidae)
De pupas	<i>Archytas mamoratus</i> Townsend (Diptera: Tachinidae)
	<i>Archytas</i> sp. (Diptera: Tachinidae)
Depredadores	
	<i>Hippodamia convergens</i> Guerin-Maneville (Coleoptera: Coccinellidae)
	<i>Cycloneda sanguinea</i> L. (Coleoptera: Coccinellidae)
	<i>Coleomegilla maculata</i> (De Geer) (Coleoptera: Coccinellidae)
	<i>Zelus</i> spp. (Hemiptera: Raduviidae)
	<i>Polistes</i> spp. (Himenoptera: Vespidae)
	<i>Polybia</i> spp. (Himenoptera: Vespidae)
Entomopatógenos	
	<i>Bacillus thuringiensis</i>
	<i>Nomuraea rileyi</i> (Farlow) Sampson (Moniliales: Moniliaceae)
	Virus Poliédrico Nuclear (VPN)
	<i>Steinernema carpocapsae</i> Weiser
	<i>Hexamermis</i> sp.

Fuente: Instituto Colombiano Agropecuario (ICA).

Las evaluaciones del trabajo realizado por estos organismos benéficos demuestran reducción en forma natural de las poblaciones de *Spodoptera* en el cultivo del maíz, con parasitismos que fluctúan entre 30% y 65%, ejercidos principalmente por *Chelonus insularis* Cresson y *Meteorus laphygmae* Viereck (Himenoptera: Braconidae), *Eiphosoma* sp. pos *Viticola* Cresson (Himenoptera: Inchneumonidae) y *Archylas mamoratus* Townsend (Diptera: Tachinidae).

Estas especies promisorias están acompañadas de depredadores muy abundantes en el medio, como *Zelus* spp. (Hemiptera: Raduviidae) y *Polistes* spp. (Himenoptera: Vespidae) (García Roa, 1996). Arrieta y Martínez (1980) identificaron en Córdoba los siguientes agentes benéficos:

Parasitoides	
De huevos	<i>Chelonus texanus</i> (Himenoptera: Braconidae)
De larvas	<i>Chelonus texanus</i> (Himenoptera: Braconidae) <i>Calosoma granulatum</i> (Coleoptera: Carabaeidae) <i>Eiphosoma</i> sp. (Himenoptera: Inchneumonidae) <i>Meteorus laphygmae</i> (Himenoptera: Braconidae) <i>Apanteles</i> sp. (Himenoptera: Braconidae) Dípteros de la familia Tachinidae
De pupas	Dípteros de la familia Tachinidae
Depredadores	
De larvas	<i>Calosoma granulatum</i> (Coleoptera: Carabaeidae) <i>Ectatoma ruidum</i> (Hymenoptera: Formicidae) <i>Ciclonea sanguinea</i> (Coleoptera: Coccinellidae) <i>Coleomegilla maculata</i> (Coleoptera: Coccinellidae) Arañas de la familia Thomisidae y Aracnidae <i>Polistes migra</i> (Himenoptera: Vespidae) <i>Polistes occidentales</i> (Himenoptera: Vespidae) <i>Polistes versicolor</i> (Himenoptera: Vespidae) <i>Doldinea bicarinata</i> (Hemiptera: Reduviidae) <i>Navis</i> sp. (Hemiptera: Nabidae)
De huevos	<i>Ciclonea sanguinea</i> (Coleoptera: Coccinellidae) <i>Coleomegilla maculata</i> (Coleoptera: Coccinellidae)

Adicionalmente encontraron:

Batracios: sapos y ranas, como depredadores de adultos de noctuidos.

Aves: garzas, tangas, carry-carry, como depredadores de larvas de tierra.

Entomopatógenos naturales en larvas: virosis, bacteriosis y nematodos del género *Hexamermis*.

Como complemento del trabajo de Arrieta y Martínez, Barros y Oviedo (1989), en un trabajo sobre identificación de los principales coccinélidos depredadores de las plagas del maíz en los municipios de Montería, Cereté, Ciénaga de Oro, San Pelayo y San Carlos, en Córdoba, encontraron:

- *Coleomegilla maculata*: depredador de ninfas y adultos de *Rhopalosiphum maydis*, de huevos y larvas de *S. frugiperda* y de huevos de *Heliothis zea*.
- *Cycloneda sanguinea*: depredador de huevos y larvas pequeñas de *S. frugiperda*, de huevos de *H. zea* y de ninfas y adultos de *R. maydis*.
- *Hyperaspis* sp., *Cirticollis* y *Scymnus* sp.: depredadores de huevos de *Spodoptera* spp. y de ninfas y adultos de áfidos.
- *Delphastus* sp.: depredador de ninfas de *R. maydis*; género reportado por primera vez en el Sinú Medio.

Con respecto a los parasitoides de *Spodoptera frugiperda*, Lobatón (1979), citado por Arrieta Montenegro y Martínez Barrios (1980), reporta en Cereté un 39% de parasitismo de larvas, discriminado así: 27.3% por *Meteorus laphygmae*, 3.9% por *Chelonus texanus* y 7.8% por moscas de la familia Tachinidae. En cuanto a patógenos, obtuvo un 27.3% de muerte de larvas, del cual 15.6% se debió a una virosis y 11.7% a una bacteria. Todo esto significa que el control del gusano cogollero por acción de sus enemigos naturales fue de 66.3%.

Macías y Lora (1983), durante el primer semestre, hallaron los mayores niveles de parasitismo

mo por *Chelonus texanus* en los municipios de Tierralta, con 6.45%, y Chinú, con 3.57%, cuando el maíz tenía entre 25 y 35 días. Para el segundo semestre, el mayor parasitismo se presentó en Chinú, con 1.96%, seguido de San Pelayo, con 1.85% cuando los maíces tenían entre 25 y 60 días de germinados, lo que coincidió con las mayores poblaciones de *Spodoptera frugiperda*.

El control microbial de *S. frugiperda* mediante el uso de entomopatógenos, como el hongo *Nomuraea rileyi* y la bacteria *Bacillus thuringiensis*, se presenta como una alternativa promisorio para el control (García y Vargas, 1998). Estos investigadores, buscando determinar el efecto de *Nomuraea rileyi* y de *B. thuringiensis*, evaluaron los productos comerciales *Nomuraea* y *Xentari* en *S. frugiperda*, a razón de 1.5 y 1.0 kg/ha de producto comercial, respectivamente.

Los resultados mostraron que el producto a base de *N. rileyi*, aplicado en forma de aspersión, inició con una eficacia del 80% y descendió al 15%, a 15 dda (días después de aplicación). Aplicado en forma de cebo (25:1, arena:producto) inició en 90% y descendió a 70% a 15 dda.



Por su parte, el producto basado en *B. thuringiensis* presentó en forma de aspersión un porcentaje de eficacia de 70%, descendiendo a 15% a 15 dda y en forma de cebo, inició en un 90%, descendiendo a 17% en el mismo lapso.

Además, los entomopatógenos evaluados no afectaron negativamente la presencia y actividad depredadora de los insectos benéficos que se encontraron durante toda la etapa de desarrollo del cultivo.

Un trabajo preliminar realizado por García Roa y otros (1998) permitió identificar tres microorganismos patogénicos a larvas de *S. frugiperda*, presentes en forma simultánea en larvas muertas recuperadas del campo (inóculo inicial): un virus de poliedrosis nuclear (VPN), un virus de granulosis (VG) y la bacteria *Bacillus cereus* (Barckland y Barckland).

Este bioensayo preliminar indicó claramente que el vpn presente en el inóculo original de campo participaba con el mayor porcentaje en la mortalidad de larvas de *S. frugiperda*, con un rango relativo de 73%-81%. El segundo microorganismo patogénicamente importante fue la bacteria *Bacillus cereus*, con un porcentaje relativo de 14%-23%. El VG fue el microorganismo que originó menor mortalidad, con un rango de 4%-5%.

Los estudios permiten concluir que la mortalidad causada por el VPN a larvas de *S. frugiperda* depende de su edad y de la dosis. La DL_{50} es directamente proporcional al instar larval e inversamente proporcional al tiempo transcurrido después de la infección.

Esto sugiere que, para obtener buenos resultados con el virus en posibles programas de control de la plaga, deben utilizarse dosis adecuadas (altas) administradas a las larvas en sus primeros instares (1-3). La determinación del nivel de estas dosis requiere de bioensayos de campo cuidadosos, combinados con análisis adecuados (García Roa y otros, 1998).

CONTROL QUÍMICO

La aplicación de insecticidas sólo se justifica cuando se hayan agotado todas las demás alternativas de manejo y cuando los niveles de infestación sobrepasen en tiempo seco el 50% de plantas con daño fresco o nuevo.

Para la primera generación se recomienda una aspersión terrestre, dirigiendo las boquillas al surco, con un volumen de agua suficiente para que permita el escurrimiento de la mezcla venenosa al cogollo, donde se encuentran las larvas. Cuando las plantas tienen un cogollo bien formado, es preferible localizar un insecticida granular en la zona infestada.

Entre los insecticidas recomendados se encuentran:

Primera generación: desde la emergencia hasta los 15 días del cultivo.

Producto	Dosis
Avaunt 150 SC	300 cc/ha
Dart	300 cc/ha
Match	300 cc/ha
Alsistin	250 g/ha
Atabron	200 cc/ha
Larvin 375	800 cc/ha
Lorsban 4 EC	1 L/ha
Lannate	1 L/ha
Nudrin 216	1 L/ha

En lo posible utilizar inhibidores de quitina, si el tiempo es seco, para bajar la segunda generación.



Segunda generación: desde 20 a 30 días, atacando como masticador del follaje y cogollero. Se pueden emplear las mismas formulaciones de la primera generación o las siguientes.

Producto	Dosis
Lorsban 2.5% + arena fina	1 kg + 20 kg/ha
Baculovirus	80 g/ha
Turilav	300 g/ha
<i>Bacillus thuringiensis</i>	300 g/ha

En esta etapa las aplicaciones realizadas con formulaciones en polvo mezcladas con arena fina y seca son muy económicas para el mediano y pequeño productor, pues van dirigidas a la planta afectada, conservando así la fauna benéfica.

Tercera generación: se presenta desde antes de la floración hasta el llenado del grano. La intensidad de las poblaciones depende del control eficiente de las generaciones anteriores.

Los materiales que tienen buena cobertura de la mazorca soportan los ataques y, por lo regular, las larvas no alcanzan a penetrar para consumir granos, aunque cortan el estigma de la flor sin afectar la calidad de los granos de la punta; lo que sí sucede con genotipos que tienen mala cobertura de la mazorca.

Se debe prevenir que las larvas corten los estigmas antes de la polinización, para evitar mazorcas llenas parcialmente. Esto se consigue controlando eficientemente las primeras generaciones, pues los controles en esta etapa son difíciles con bomba de espalda, teniendo que recurrir a aplicaciones aéreas con productos como Metavin, Nudrin 216, Semevin, mezclados con inhibidores de quitina.

Rophalosipum maidis

Homoptera: Sphididae. Insectos muy pequeños de cuerpo blando y color verde oscuro, se encuentran entre el cogollo o en las espigas. En poblaciones altas pueden causar daños, especialmente en la época de la polinización. Pueden ser transmisores de virus.

Control

Se presentan únicamente en forma abundante cuando se utilizan insecticidas que destruyen el buen control natural que tiene esta plaga.

CONTROL QUÍMICO

Predadores de ninfas y adultos: *Coleomegilla maculata*, *Cycloneda sanguinea*, *Hyperaspis festiva* y *Olla* sp. (Coleoptera: Coccinellidae).

Predadores de colonias de pulgones: *Mesograpta* sp. y *Baceha dimidiata* (Diptera: Syrphidae).

Parasitoides de ninfas y adultos: *Lysiphlebus testaceipes*.

CONTROL QUÍMICO

Aunque generalmente no requieren control químico, en caso extremo se puede utilizar Dimetoato, 0.125 a 0.25 kg de i.a./ha.

Elasmopalpus lignosellus

Lepidoptera: Pyralidae. Larvas de color blanco sucio, verde azulado o rosado pálido, con manchas o líneas horizontales negras. Barrenan el cuello de la raíz y pueden causar la muerte de las plántulas.

Control

Se recomienda revisar semanalmente el cultivo para localizar los parches de infestación; el ataque avanza del borde al centro del lote.

CONTROL CULTURAL

El riego oportuno disminuye el daño de esta plaga, que adquiere su mayor importancia en suelos arenosos y en épocas de verano.

CONTROL QUÍMICO

Producto	Dosis
Diazinon E	0.75 kg de i.a./ha
Carbaryl P	1.5 kg de i.a./ha

Aplicar al surco con suficiente agua ←

Diabrotica spp.

Coleoptera: Chysomelidae. Los adultos son cucaroncitos de color verde amarillento; se alimentan de follaje, espigas y cabellos de las mazorcas. Las larvas se encuentran en el suelo, son de color blanco sucio con cabeza negra. Dañan las raíces y con ello debilitan la planta.

El daño puede llegar a ser severo. En el Valle del Cauca se ha observado que en siembras muy tardías de verano ocurren problemas en las larvas.

Control

CONTROL CULTURAL

Una buena preparación del suelo ayuda al control. El riego y la fertilización adecuados disminuyen el daño.

CONTROL QUÍMICO

En caso necesario:

Producto	Dosis
Diazinon G	0.75-1 kg de i.a./ha

Incorporar al suelo con la cultivadora. ←

Cuando se observen altas poblaciones de adultos:

Producto	Dosis
Carbaryl PM	1.0-1.5 kg de i.a./ha

Gusano agrimensor, Mocis sp. pos. Latipes

Lepidoptera: Noctuidae. Larvas de diferentes tonalidades de gris a café, con o sin marcas; caminan como midiendo cuartas. Durante o después de veranos prolongados puede observarse grandes grupos devorando el follaje.

Rara vez es una plaga de importancia económica en zonas donde se dispone de riego adecuado. Con infestaciones severas, las plantas aparecen esqueletizadas por completo. El daño puede ser grave cuando la planta no ha empezado a formar grano; si ocurre después, las pérdidas son leves.

Control

CONTROL CULTURAL

La principal acción es un buen control de malezas, pues gran cantidad de ellas son hospederas de esta plaga.

CONTROL QUÍMICO

Las larvas se controlan fácilmente con insecticidas como *Bacillus thuringiensis*, aplicado después de las 4:00 de la tarde, e inhibidores de síntesis de quitina.

Barrenador del tallo, *Diatraea saccharalis*

Lepidoptera: Pyralidae. Durante el primer período de su vida, las larvas de *Diatraea* se alimentan de la epidermis de las hojas, pudiéndose confundir el daño con el ocasionado por el cogollero. Después de la primera muda, perforan el tallo, barrenando la médula hacia arriba y hacia abajo, haciendo galerías, alimentándose y desarrollándose hasta alcanzar el estado pupal, no sin antes haber hecho un opérculo para la salida del adulto. Este ataque puede causar el acame y la quebradura de las plantas.

Las plantas infestadas se reconocen por la presencia de perforaciones en los tallos, que se rodean de una especie de aserrín de aspecto húmedo, y su panícula presenta secamiento.

Trabajos realizados por Muñoz Flores (1994) sobre la evaluación del daño de *Diatraea* sp. en varios genotipos de maíz muestran que más del 90% se concentra en los primeros ocho entrenudos, por lo tanto, al evaluar éstos se puede estimar con alta aproximación el daño total.

En los entrenudos 2, 3 y 4 se concentra 41% a 50% del daño.

También se encontró que el daño del barrenador fue mayor cuando los genotipos fueron fertilizados (básicamente con nitrógeno). Así mismo, existe una tendencia a que genotipos con mayor daño presenten pudrición de granos.

Álvarez y Sandoval (1980), al evaluar la fluctuación de plagas en maíz en Córdoba, encontraron para *Diatraea* spp. un pico de 140 adultos/semana cuando el cultivo tenía 32 a 35 días, datos que coinciden con los de Castellanos y Prato (1982), que encontraron este pico a los 39 días. El segundo pico se presentó con 64 adultos/semana, capturados a los 65 días de emergido el cultivo, que es cuando se inicia la formación de las mazorcas.

También se pudo determinar que la alta o baja incidencia de *Diatraea* spp. no depende tanto del genotipo como de las condiciones ambientales, cultivos aledaños y principalmente del manejo que se les dé tanto a los cultivos vecinos como al propio cultivo.

Los contenidos de la pared celular del tallo: celulosa, hemicelulosa, lignina y sílice, pueden influenciar en la preferencia del *Diatraea* spp. por los diferentes genotipos.

Control

CONTROL BIOLÓGICO NATURAL

Para las condiciones del Meta, *Telenomus alecto* realiza el mayor parasitismo de huevos, con 52% (Guevara y González, 1997). Le siguen las especies de *Trichogramma* nativas, que parasitan a 3.9%. Algunas larvas son parasitadas por el himenóptero *Agathis stigmatemus*.

En Tolima, los parasitoides de huevos *Telenomus* sp. y *Trichogramma* ejercen un buen control (Ruiz y Samudio, 1998).

CONTROL CULTURAL

Se debe evitar la permanencia de residuos de cosecha y soca de maíz y sorgo, tanto en el lugar de la siembra como en los alrededores. Debe hacerse un control eficiente de malezas por ser hospederas de la plaga.

CONTROL QUÍMICO

El control de los taladradores mediante el uso de insecticidas es difícil y costoso, debido a la ubicación de la larva dentro del tallo. Sin embargo, las larvas recién emergidas se encuentran entre las hojas durante unos cinco a seis días antes de penetrar al tallo, y en este momento la aplicación de un insecticida puede tener un efecto positivo; se recomiendan los mismos productos utilizados para el cogollero, cuando la larva se encuentra hasta el segundo estadio.

Roedores

Las ratas y ratones causan un gran problema en el manejo y conservación de granos y productos alimenticios; se presentan pérdidas considerables en semillas almacenadas, grano en depósitos sin ninguna protección o en lugares que no sean aptos.

El daño por roedores en el cultivo de maíz en Colombia es bastante significativo.

En los departamentos de Córdoba, Sucre (La Mojana), Bolívar (sur) y Antioquia se han encontrado daños superiores a 70% en plántulas, teniendo el agricultor que resembrar.

Se presentan tres tipos de daño a nivel de campo:

- Consumo de semilla
- Consumo de plántulas
- Consumo de mazorcas

Control

CONTROL CULTURAL

- Mantener limpios los bordes de los lotes y canales.
- Eliminar sitios de refugio y anidamiento.
- Tapar bien la semilla al momento de la siembra.
- Eliminar las malezas y los residuos de cosechas.
- Proteger la fauna silvestre, como aves de rapiña, culebras cazadoras, gatos de monte y comadrejas.

CONTROL QUÍMICO

Cuando se presentan altas infestaciones de roedores, se recomienda utilizar cebos preparados con raticidas anticoagulantes a

base de warfarina, fumerina, pindome, etc., teniendo en cuenta de rotar estos productos de acuerdo con sus ingredientes activos.

Preparación	
Maíz o arroz partido	1 kg
Aceite de maíz	60 cc
Azúcar	60 g
Esencia de banana	60 cc
Anticoagulante	Dosis de la etiqueta

Se prepara el cebo y se empaca en bolsas plásticas de 20 a 50 g; luego se amarran éstas a la planta de maíz con una pita, colocándolas cada 10 calles de maíz por 20 m de profundidad. Estas bolsas se revisan cada 3 días, cambiando las que han sido consumidas. Otra forma es construir comedores de plástico, aluminio o guadua, teniendo la precaución de que tengan dos entradas, para brindar la seguridad al roedor de comer en un lugar reguardado y darle protección al cebo.

Es importante colocar estos cebos antes de las 5:00 pm, hora en que se inicia la alimentación; si al revisar no se encuentra consumo, cambiar el lugar del cebo en el lote.



Manejo de enfermedades en Córdoba

Problemas patológicos en el cultivo de maíz en Córdoba

La zona maicera de Córdoba está ubicada en el Caribe húmedo de la Costa Atlántica, región favorecida por precipitaciones con promedios anuales de 1.250 mm, temperaturas entre 28 °C en la noche y hasta 43 °C durante el día, humedad relativa que supera el 85% en los meses de agosto, septiembre y octubre, época en que se acentúan las precipitaciones, coincidiendo con la recolección de los maíces y sorgo en este departamento.

Estos fenómenos ambientales cambiantes indican que no existe un patrón climático permanente, haciendo impredecible el clima en el Caribe húmedo; por esta razón, las entidades encargadas de controlar la liberación de genotipos deben ser más exigentes en las reglamentaciones para la aprobación de materiales comerciales.

Actualmente, para que un material pueda ser vendido como semilla, tiene que ser sometido a unas pruebas regionales inscritas y supervisadas por el ICA. En éstas se mide la capacidad de adaptación al ambiente donde se piensa liberar y se califican parámetros como rendimiento, tolerancia a enfermedades, mazorcas descubiertas, altura de la planta y la mazorca, tipo de grano, etc.

En el pasado, para liberar un material se realizaban las pruebas regionales durante cuatro semestres continuos, evaluando los genotipos en los semestres A y B; por esta razón se aprobaban semillas con mayor adaptación para los dos semestres. Estas normas cambiaron a petición de las casas productoras de semillas y ahora la nueva reglamentación del ICA señala que las pruebas regionales se pueden hacer en un solo semestre, realizándolas en cuatro localidades. Con esta modalidad no sería confiable la valoración para determinar la susceptibilidad o tolerancia de los genotipos al ataque de patógenos, dada la amplia variación que se presenta de un semestre a otro en las condiciones ambientales en esta zona.

En el semestre A-2004, a los 25 días de emergidos los cultivos de maíz se presentó un daño ocasionado por el hongo *Phisoderma maidys*, con alta incidencia y severidad en un genotipo recién liberado de maíz amarillo y con menor incidencia en los materiales ya establecidos, según estudios realizados por el ICA.

Manejo y control

Como la enfermedad se intensifica antes de la floración, se debe controlar con un producto protectante del follaje, que puede ser un Mancozeb, producto químico de combinación del ión zinc y etilen bisditiocarbamatos de manganeso, aplicado cuando la planta de maíz haya emitido la última hoja o antes de la floración, depen-



diendo del caso, en las siguientes formulaciones:

Suspensión acuosa: 400 g de i.a./L; 3-4 L/ha

Polvo mojable: 450 g de i.a./kg; 1.0-1.5 kg/ha

Cuando la enfermedad está asociada con pulgones y áfidos, se controla con azufre micronizado (720 g/L; 1.0-1.5 L/ha.

Durante este mismo semestre fue reportado a Fenalce, por agricultores maiceros y asistentes técnicos, daños en mazorcas, con una incidencia entre 12% y 13%, causados por el complejo de hongos *Rhizoctonia* sp., *Fusarium* sp., *Sclerosis* sp. y *Diplodia* sp., presentándose también en un material blanco recién liberado. Esta enfermedad apareció en la etapa de estado pastoso a madurez fisiológica e impidió que muchos agricultores hicieran la cosecha mecánica, incrementando los costos en recolección manual y su posterior clasificación; lógicamente se causó mermas en los rendimientos y pérdidas a los agricultores.

Ante este problema de alta incidencia de patógenos en granos de algunos genotipos, se manifiesta gran preocupación, pues existen unas normas de calidad exigidas por la industria de precocidos y balanceados que sirven de base para comercializar los maíces a través de los contratos directos y de venta a futuro. Por esta razón, se recomienda a los agricultores que a la hora de sembrar seleccionen bien la semilla para garantizar la comercialización de su producto.

Reconocimiento de enfermedades en Córdoba

Córdoba se divide geográficamente en cuatro zonas: Alto, Bajo y Medio Sinú y sabanas. Se han realizado trabajos de reconocimiento y manejo de las enfermedades más limitantes, encontrando las siguientes:

Enfermedades foliares y del tallo

Las enfermedades de mayor incidencia son: tizón foliar (*Helminthosporium* sp.), mancha por curvularia (*Curvularia* sp.), roya común (*Puccinia* sp.). En las zonas del Medio y Bajo Sinú, sin embargo, la severidad fue baja, sin importancia económica (Jaraba y otros, 1997).

Enfermedades de la inflorescencia

En las inflorescencias se encuentran tres tipos de carbones: carbón común (*Ustilago maydis*), carbón de la espiga (*Sphacelotheca reiliana*) y falso carbón (*Ustilaginoidea virens*), siendo el de la espiga el más limitante de la producción (Jaraba y otros, 1997).

También se ha reportado la presencia del mildew velloso (*Peronosclerospora* spp.).

Carbón de la espiga

El carbón de la espiga se presenta en los municipios de Sahagún, Tierralta y Valencia, en Córdoba.

Esta enfermedad es conocida como cañaflecha. Los síntomas son variados: las plantas pueden presentar alargamiento o entrecortamiento de entrenudo, hojas erectas y ausencia de órganos florales.

El síntoma más típico es el reemplazo de las flores masculinas por soros, que en su interior contienen una masa pulverulenta negra que corresponde a las teliosporas del hongo (Jaraba y otros, 1997).

Es una enfermedad típicamente monocíclica, es decir, que las plantas enfermas que producen inócula del agente causal no pueden iniciar nuevas infecciones en la misma estación del cultivo.

La fuente principal de inóculo del hongo es el suelo contaminado con teliosporas por soros de plantas enfermas de cosechas anteriores.

Mildew (mildiú) velloso*

También conocida como “downy mildew”, milditi, cenicilla o punta loca.

Los mildiús son enfermedades importantes en las condiciones cálidas y húmedas de las regiones tropicales y subtropicales del mundo. Hasta 1961, todas las especies de hongos causantes del mildew en maíz sólo eran conocidas en Asia. La especie *Peronosclerospora sorghi*, causante en maíz y sorgo, era la única conocida en varios países de África.

En 1964, Reyes y otros la reportaron en el Continente Americano. Se desconoce cómo llegó, pero ya había sido reportada en 1962 en varias localidades del sur de Texas (Estados Unidos) y en el noreste de México. Al poco tiempo, ya había sido reportada en otros países del continente, incluido Colombia (Buriticá, 1992).

Existen cinco especies de *Peronosclerospora*, dos de *Sclerophthora* y una de *Sclerospora* que pueden infectar al maíz en condiciones naturales.

En maíz, las plantas infectadas son cloróticas, alargadas y más altas. En caso de una infección en el estado muy inicial de las plántulas, éstas mueren en pocos días. Si la infección no es muy severa, las hojas más bajas muestran puntos cloróticos en la base.

En las hojas que se van formando, las áreas cloróticas son mayo-

* De León, 2001. ←

res hasta que aparecen síntomas de infección sistémica en que las hojas aparecen angostas y erectas. Cuando las plantas muestran este tipo de infección, se ven delgadas, cloróticas, no producen mazorca y se acaman fácilmente.

Algunas plantas desarrollan espigas abultadas, con una severa filodia y proliferación de estructuras foliares, similar a los síntomas causados por *S. macrospora*, con posibilidades de confundirse con ésta por el nombre y los síntomas.

Un número muy bajo de plantas infectadas puede desarrollar una mazorca pequeña, con llenado anormal y unos cuantos granos.

Cuando existen buenas condiciones climáticas, las conidias asexuales también se desarrollan en el envés de las hojas. Las plantas afectadas por las conidias (inóculo secundario) pueden desarrollar síntomas parecidos a los mosaicos producidos por polivirus (MDMV, SCMV, SMV).

Las plantas infectadas por *P. sorghi* son más susceptibles al carbón común (*Ustilago maydis*) y al carbón de la espiga (*Sphacelotheca reiliana*).

Control **CONTROL GENÉTICO**

Incorporar genes de resistencia es el método más eficiente para controlar la enfermedad.

CONTROL CULTURAL

La erradicación es eficiente cuando el número de plantas infectadas no es grande.

Para controlarla se ha empleado mover las fechas de siembra para evitar la temporada de lluvias fuertes, cuando la incidencia de la enfermedad es más severa;

sin embargo, cuando la fecha se ha movido a la temporada más seca, los problemas resultantes por la falta de agua han sido más importantes que el daño por el mildeo.

CONTROL QUÍMICO

El tratamiento de la semilla con el funguicida sistémico Matalaxyl ofrece un sistema eficiente de control. Éste se usa en concentraciones de 2-10 g de i.a./ha.

Otras prácticas, como el control de hospederos y cambios en el tipo y dosis del fertilizante, no han demostrado ser eficientes para controlar la enfermedad.

Enfermedades de la mazorca

La presencia de enfermedades se relaciona con la calidad de la cobertura de la mazorca, las altas precipitaciones y la elevada humedad relativa en el momento de la cosecha (Campo, 1997).

Las pérdidas en esta región fueron cuantificadas en cultivos comerciales en Montería, determinando que el promedio puede ser hasta de 10.2% (aproximadamente 550 kg/ha).

Los principales patógenos encontrados son: *Fusarium* spp., que causa pérdidas de 7%; *Diplodia* spp., con pérdidas de 0.8%; *Penicillium* spp., con 1.1%; *Trichotecium* spp. con 1% y un patógeno desconocido con 0.3%.

La enfermedad que afectó en mayor proporción las mazorcas fue la pudrición rosada del grano (*Fusarium moniliforme*), con una frecuencia de 53.3% (Beltrán y Jaraba, 1995). Estudios experimentales reportan que la pudrición reduce los rendimientos hasta en 28% (Campo, 1997).

Control **CONTROL CULTURAL**

Lograr la población adecuada según el genotipo es una medida de control económica y práctica. El empleo de altas densidades de población, al igual que altas dosis de nitrógeno, a menudo son causa de la incidencia y la severidad de las enfermedades.

Programas balanceados de fertilización, en especial con la relación NPK, son óptimos para reducir la incidencia de éstas y otras enfermedades.

El control de hospederos, malezas y residuos de cosecha es otra práctica necesaria para evitar su incidencia.

Enfermedades bacteriales

1. Marchitamiento de Stewart (*Plantoa stewartii*, anteriormente *Erwinia stewartii*).
2. Marchitamiento y tizón bacteriano de Goss (*Clavibacter michiganensis* subsp. *Nebraskensis*).
3. Pudrición suave bacteriana (*Erwinia carotovora* subsp. *Carotovora*; *Erwinia chrysanthemi*).

Control

La resistencia genética es el mejor medio de control para reducir pérdidas debidas a enfermedades bacteriales en maíz y sorgo. Además de económica, es ambientalmente segura.

SEMILLA CERTIFICADA

Cuando las bacterias fitopatógenas se mantienen en el suelo, se hace imperativo que la semilla sea certificada y libre de enfermedades de tipo bacterial.

CONTROL QUÍMICO

Compuestos de cobre, como cobre mojable, cloruro de cobre $[(\text{CuCl}_2 \cdot 3\text{Cu}(\text{OH})_2)]$, sulfato básico de cobre $[\text{CuSO}_4 \cdot 3\text{Cu}(\text{OH})_2]$, hidróxido de cobre $[\text{Cu}(\text{OH})_2]$ y caldo bordelés $[\text{CuSO}_4 \cdot 3\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot \text{Ca}(\text{OH})_2]$, son bactericidas efectivos con una alta eficacia para controlar estas enfermedades, en especial las que producen manchas foliares.

Sin embargo, raras veces se ha empleado el control químico en enfermedades bacterianas que afectan al maíz.

Descope del maíz

Esta labor, realizada desde 1990 en Córdoba, consiste en cortar la parte superior de la planta de maíz por el entrenudo situado encima de la mazorca. Se hace cuando la planta ha alcanzado su madurez fisiológica, que se reconoce por la aparición del *hilum* o capa negra en el punto de inserción del grano en la tusa; esto sucede aproximadamente a los 90 días de emergido el cultivo.

Cuando la germinación y la emergencia hayan sido desuniformes, el descope debe efectuarse a los 95 días, para no interferir en el llenado de granos.

Tampoco debe hacerse antes de los 90 días, para evitar que no se complete el llenado de granos y se ocasiona arrugamiento en la mazorca.

En plantas que emergieron tardíamente se utiliza un descope modificado, que consiste en cortar el tercio superior de la planta, dejando una sola hoja por encima de la mazorca para que complete el llenado.

El descope ofrece las siguientes ventajas:

- Disminuye el período vegetativo en aproximadamente 3 a 4 días; este ahorro en tiempo es importante para el inicio del cultivo siguiente, generalmente algodón.
- Reduce la humedad del grano.
- Baja la cantidad de impurezas en la recolección mecánica.
- Disminuye el volcamiento o acame por vientos.
- Aumenta la eficiencia de la cosechadora, al permitir un más rápido secamiento del piso.
- El material verde cortado se descompone e incorpora al suelo, mejorando su contenido de materia orgánica.
- Facilita la vigilancia de los lotes, al mejorar su visibilidad, lo que conlleva a bajar costos por jornales.





Cosecha

Recomendaciones para la cosecha mecánica

Para realizar una buena cosecha mecánica, el cultivo debe planificarse desde el momento de la siembra, usando distancias adecuadas, que tengan en cuenta la maquinaria con que se va a cosechar; haciendo el control de malezas e iniciando el proceso cuando el maíz tenga la humedad apropiada.

Aplice las siguientes recomendaciones:

- Inicie la recolección cuando la humedad esté por debajo del 30%. Nunca empiece a cosechar el cultivo con humedad de grano alta, pues esto dificulta la trilla.
- Realice la cosecha teniendo en cuenta el período vegetativo de cada material.
- No coseche cuando el día esté húmedo.
- Use el sistema de barra y no de dientes en la trilla.
- Calibre la combinada una vez que entre a un lote en las horas de la mañana; verifique y ajuste, si es necesario, en las tardes.
- Calibre la relación entre el número de vueltas del moliinete y la velocidad de avance, para evitar las pérdidas de mazorcas.
- Coseche en melgas de 100 x 80 m, para evitar atascamiento de la máquina en lotes con materiales altos de buen rendimiento.
- Coseche con velocidad que oscile entre primera, con 5 ó 6 puntos en el sector de velocidad y segunda sencilla, de acuerdo con la altura del material, la densidad y el estado del cultivo (3 a 4 kilómetros por hora).
- Si el tiempo está muy húmedo durante la recolección, se deben limpiar con frecuencia el cóncavo, el agitador y las zarandas.
- Use aire a presión cuando quiera limpiar las partes internas de la máquina.
- Cuando hay pedazos de tusa en la tolva o costal, se debe revisar la zapata de limpieza.

- Presencia de grano en las tusas, demanda revisar el sistema de trilla.
- Evite hacer cortes prolongados en la cosecha.
- El operario de la cosechadora requiere capacitación y actualización periódica. Recuerde que en sus manos y en las del operador está toda la inversión que usted hizo en el cultivo.

Problemas más comunes de cosecha en el Caribe húmedo

- Uso del sistema de dientes para la trilla de maíz, en vez del sistema de barras.
- Dientes desgastados en cilindro y cóncavo.
- Zarandas obsoletas, rotas y torcidas, que no dan ajuste de cierre.
- Cuchillas flojas y bandas torcidas.
- Dedos retráctiles desgastados.
- Falta de potencia del motor por baja compresión, lo que se traduce en bajas revoluciones de cilindro, agitados y sacapajas.

- Desgaste de poleas o muy estiradas.
- Combinadas obsoletas.

Fallas más comunes en los operarios

- Falta de capacitación, lo que conduce a no calibrar las máquinas de acuerdo con el material a cosechar.
- No descongestionar las máquinas periódicamente, lo cual ocasiona su atascamiento y pérdidas.
- Realizar cortes muy prolongados en materiales altos, lo que satura de tamo la máquina.
- Cosechar a mucha velocidad, sin tener en cuenta la altura del material, la humedad de la planta y el potencial de rendimiento del lote.
- Cosechar con la mesa de corte rígida.

Velocidad recomendada (rpm) en los diferentes sistemas de la combinada

Sistema	Marcas y modelos de la combinada			
	New Holland (8040), (4040) 1530	John Deere 955, 960, 1055, 4400, 630	Massey Ferguson 1630*, 3640** (56-50)	International 715
Velocidad recomendada (rpm)				
Motor	2.500	2.650	*1.200 **2.400	2.300
Agitador (batidor)	875	850	1.050	650
Sacapajas (eje cigüeñal)	210	150	210	200
Velocidad (cilindro)	430-1.070	470-1.160	*365-606 **600-1.000	750-850
Velocidad	560-1.010	340-1.060	1.097-2.340	600
Ventilador	650-700	700	1.800-2.000	



Manejo poscosecha

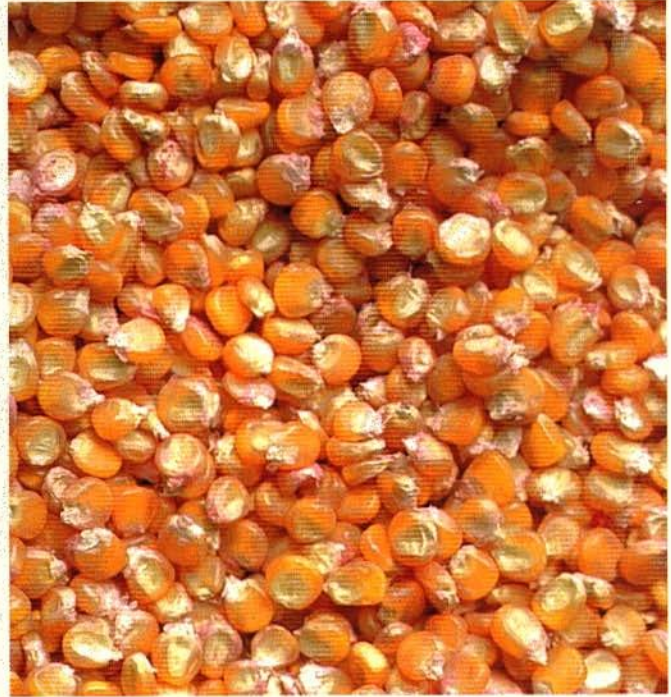
Los granos almacenados sufren deterioro por su actividad respiratoria y el daño producido por insectos y microorganismos. Hay factores que influyen como la humedad de los granos, el estado físico, el contenido de impurezas, la temperatura y la humedad ambientales.

Según su composición química, los granos tienen diferente comportamiento en el almacenamiento. Así, granos ricos en carbohidratos como los de maíz, se conservan mejor que los ricos en proteína, como la soya; éstos, a su vez, se deterioran menos que los ricos en aceite, como el maní.

Condiciones para un buen almacenamiento

Para conservar bien el grano almacenado, es necesario tener en cuenta aspectos relacionados con el estado del producto, la prevención de plagas y microorganismos y la adecuación de los depósitos:

1. Para evitar que el daño de insectos comience desde el campo se debe cosechar temprano y no dejar sobremadurar.
2. El grano debe secarse bien antes de almacenarlo. Una humedad entre 12% y 13.5%, de acuerdo con las condiciones ambientales, es satisfactoria.
3. Seleccionar y limpiar bien el producto. Los granos partidos son atacados con facilidad por insectos y hongos; las impurezas como trozos de malezas y tierra húmeda ayudan a formar focos de desarrollo de microorganismos.
4. Evitar las goteras y la humedad en pisos y paredes de los depósitos. En las paredes y puertas no deben haber huecos por donde entren roedores u otras plagas. Los trojes y estructuras similares deben tener defensas contra roedores en los soportes y estar separados de paredes y muebles que les sirvan de apoyo para trepar.
5. Barrer bien los depósitos y quemar las basuras antes de guardar el grano. Aplicar un insecticida apropiado a pisos, paredes y techo.



Los recipientes en donde se deposite el grano deben estar limpios y libres de insectos.

6. En un medio frío y seco se multiplican menos los hongos e insectos y el grano se conserva mejor. Por eso es bueno colocar los recipientes sobre piedras, estibas de madera o tablas levantadas del piso, con soportes que formen ductos por donde pase el aire y enfríe el grano.

Insectos de los granos almacenados

Existen muchas clases de insectos que atacan el grano almacenado, pero sólo un pequeño número causa problemas.

Clasificación de los insectos según su daño

Primarios. Los adultos o sus larvas perforan el grano, como los gorgojos y la polilla dorada.

Primarios externos. Roen la cubierta de los granos y permiten la entrada de otros insectos, como el barrenador menor de los granos (*Rhizopertha dominica* (F.). Coleoptera: Bostrichidae).

Intermedios. Se alimentan de pedazos de granos y harina dejados por los insectos primarios; por ejemplo, el gorgojo rojo de la harina (*Tribolium castaneum* (Herbst). Coleoptera: Tenebrionidae).

Secundarios. Sólo se alimentan de materia en descomposición resultante de la acción de otros insectos, hongos y bacterias.

Principales insectos primarios en las fincas de Córdoba

Gorgojo de los graneros, *Sitophilus granaruis* (L.)

Coleoptera: Curculionidae. De color café oscuro, la parte inferior de la cabeza es alargada en forma de pico; presenta rayas por encima y a lo largo del cuerpo y hoyuelos ovalados en el protórax, es incapaz de volar.

Gorgojo del arroz, *Sitophilus oryzae* (L.)

Coleoptera: Curculionidae. Parecido al anterior, es más pequeño, puede volar y tiene color café rojizo o negro, ataca los cereales principalmente arroz, maíz y sorgo.

Gorgojo volador, *Pagiocerus frontalis* (F.)

Coleoptera: Scolytidae. Es, dentro del orden Coleoptera, la principal plaga de maíz almacenado por pequeños agricultores de clima frío y frío moderado en Colombia. El adulto es un cucarroncito que perfora el grano y permanece dentro de él hasta cuando sale a hacer nueva infestación; inicialmente es de color amarillo pajizo y después de 2 a 4 días se torna de color negro brillante.

Polilla dorada o de los cereales, *Sitotroga cerealella* (Olivier)

Lepidoptera: Gelechiidae. De color dorado o café amarillento, los adultos viven poco tiempo y no se alimentan. La larva al nacer penetra al interior de los granos en donde se alimenta; ataca todos los cereales tanto en el campo como en la bodega.

Control

CONTROL PREVENTIVO

Construir el granero lejos de los cultivos, barrer bien su interior y quemar la basura antes de almacenar; cosechar oportunamente, no mezclar granos de cosechas diferentes e inspeccionar frecuentemente el producto para localizar la presencia de insectos.

CONTROL FÍSICO

Con el secado de los granos y la regulación de la temperatura y humedad relativa dentro del depósito, es posible ayudar a controlar la multiplicación de los insectos.

Almacenamiento hermético. Consiste en colocar los granos en recipientes o bodegas en donde no se permite entrada de aire. En este medio, los insectos se inactivan o mueren por asfixia, debido a que el oxígeno existente es consumido en la respiración del grano y de los mismos insectos.

En un medio donde haya menos de 2% de oxígeno, sucumben todos los insectos adultos; sus formas inmaduras mueren a 4% de oxígeno (el aire contiene 20.99% de oxígeno en volumen).

Compuestos abrasivos revueltos con el grano y sustancias repelentes a insectos. Los insectos tienen una capa de cera sobre el cuerpo; si ésta es removida, mueren por desecación. Con base en este conocimiento, se ha experimentado con éxito revolver el grano con productos abrasivos para disminuir las poblaciones. También, ciertas plantas y productos no insecticidas, revueltos o colocados cerca del grano, pueden ahuyentar los insectos.

CONTROL QUÍMICO

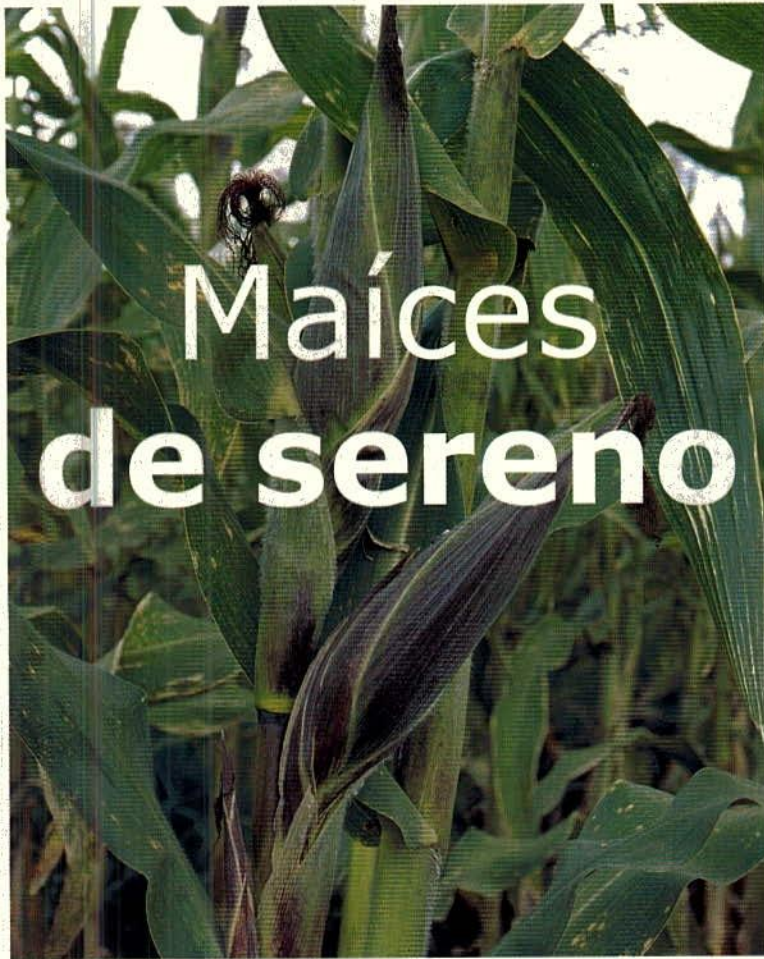
Los insecticidas deben completar, y no suplantar, otras medidas de control. Los productos deben ser biodegradables y no dejar residuos en los granos que presenten riesgos para humanos y animales que los consuman.

Pérdidas en poscosecha

Las pérdidas por deterioro del maíz en poscosecha fluctúan entre 30% y 47.1% (Ñañez, 1997). Evaluaciones de pérdidas en cosechas realizadas en Córdoba indican que ascienden a 5.9% en la recolección manual en el sistema tradicional y a 3.6% en el semimecanizado.

En el desgrane con máquina debidamente ajustada, la cantidad de grano partido fue 0.8% y el grano sin desgranar, 0.4%.

En la recolección de granos con combinada se acepta un máximo de 5% de grano partido (Pinto, 1989).



El maíz de sereno o de humedad residual se siembra en el Bajo Cauca, Bajo San Jorge y en la ribera del río Magdalena, en la Depresión Momposina. Esta región comprende los municipios de Nechí y Caucasia, en Antioquia; Achí, Pinillos, Barranco de Loba, San Martín de Loba, Magangué, Mompo y Talaigua, en Bolívar; Guaranda, Sucre, Majagual, San Benito, Caimito y San Marcos, en Sucre, y Ayapel y Montelíbano, en Córdoba. El área cultivada depende del nivel de inundación de los ríos Cauca, San Jorge y Magdalena.

Existe otra zona en los municipios de Chimá, San Pelayo, Cotorra, Lorica, Purísima y Momil, cuya área depende del nivel de la ciénaga Grande de Lorica. En estos cultivos del Bajo Sinú, que pueden alcanzar 1.500 hectáreas, alrededor de 500 son sembradas con semillas híbridas o de variedades.

Estas zonas se caracterizan por tener suelos francos y limosos, con condiciones físicas que permiten la retención y aprovechamiento del agua residual presente por exceso de las lluvias y desbordamiento de los cauces de caños y ríos. Estas condiciones facilitan el desarrollo del cultivo sin ninguna precipitación o con alguna lluvia esporádica durante el periodo vegetativo.

Preparación

Selección de los lotes

Los mejores lotes para cultivos de maíz de sereno son los ubicados en la orilla de los ríos o de sus caños principales. Al seleccionar el lote, se debe tener en cuenta las siguientes características: textura franco limosa; buena estructura y de fácil fraccionamiento; topografía plana con pendiente leve; sin parches de arena, salinos o de arcilla y buenas vías de acceso.

Lotes con gramalote (*Paspalum fasciculatum*)

El gramalote es común y se desarrolla en altas poblaciones en lotes ubicados en la ribera de los ríos o que han estado descansando por una o más temporadas. Para acondicionarlos, se dan uno a dos pases de rastra de acuerdo con el desarrollo de la maleza, para quemar posteriormente. La quema debe ser total; en caso de quedar tallo o cañas, deben recogerse y quemar o sacar del lote.

Esta labor también se puede hacer manualmente, picando la maleza y quemando o aplicando glifosato o Paraquat en dosis de 2 a 4 L/ha y 1 a 2 L/ha, respectivamente, de acuerdo con el desarrollo de las malezas.

La preparación se puede hacer con un pase de arado más dos de rastra liviana o dos pases de rastra pesada (Rome). La preparación y la siembra deben hacerse en 24 a 48 horas para evitar pérdidas de humedad, la que es crítica en la germinación y la emergencia.

Lotes con soca de arroz y/o pasto argentina (*Cynodon dactylon*)

Hacer una arada profunda y de dos a tres pases de rastrillo para roturar y emparejar las zanjas dejadas por las llantas y orugas de las combinadas. Esta labor debe hacerse con 24 a 48 horas de anticipación a la siembra.

En lotes con predominio de la maleza pasto argentina, realizar las mismas labores descritas anteriormente.

Siembra

El inicio de la siembra depende del contenido de humedad en el suelo y se realiza generalmente entre el 15 de noviembre y el 15 de febrero; la siembra óptima se da entre el 15 de diciembre y el 15 de enero.

Semilla

Se recomienda en zonas de mayor humedad reemplazar las variedades regionales por las mejoradas ICA-V-156, ICA-V-155 e ICA-V-109 ó por híbridos como Pioneer 3018 ó G-5423, porque responden mejor a la fertilización nitrogenada.

Siembra 'a chuzo'

En estos maíces predomina la siembra 'a chuzo'. Cuando se va a cosechar seco, se utiliza una pita marcada de 60 cm para la distancia entre sitios y de 85 cm entre surcos; dejando tres plantas por sitio se logra una población de 58.000 plantas/ha.

Cuando la siembra es para choco o verdeo, se recomienda sembrar a 50 cm entre sitios y 85 cm entre surcos, dejando dos plantas por sitio. Con este arreglo se manejan 50.000 plantas/ha y los rendimientos pueden alcanzar 50 fanegas/ha.

En las riberas de los ríos San Jorge, Cauca y Magdalena, que continuamente depositan arcillas expandibles (2:1) en épocas invernales, se recomienda en la siembra 'a chuzo' enterrar la semilla 18 a

20 cm, buscando suelo firme para evitar que las grietas producidas por la contracción de las arcillas destruyan las raíces; además, la siembra profunda evita el ataque de ratones y pájaros a la semilla.

Siembra mecanizada

Con realiza con sembradora de labranza mínima de poco peso que profundice la semilla entre 8 a 10 cm, buscando la humedad del suelo; con densidades de 20 a 24 kg/ha.

Manejo de malezas

En siembra mecanizada

- Destrucción mecánica o a machete del gramalote y otras malezas.
- Quema del gramalote.
- Aplicación de glifosato a los rebrotes en dosis de 3 a 4 L/ha, aproximadamente 15 días después de la quema.

Siembra 'a chuzo'

- Aplicación de Atrazina + 2.4.D amina entre 12 a 15 días, dependiendo del estado de la maleza.
- Cuando el lote es mecanizado, se debe aplicar Atrazina 500 en dosis de 3.0 a 3.5 L/ha, aprovechando la humedad del suelo.

Fertilización

Los suelos de estas zonas por su origen aluvial poseen buenos niveles de nutrientes, lo que se ha manifestado en altos rendimientos (4 t/ha ó más) en algunos años en que ha habido lluvia en enero y febrero.

Cuando se presenten lluvias en los primeros 30 días del cultivo, se recomienda la aplicación de úrea al suelo, en dosis de 1 a 2 bultos/ha.

Fertilización foliar

Se debe realizar entre los 30 y 45 días de inicio del cultivo, utilizando fuentes de boro, zinc, silicio y nitrógeno.



B BL OGRAFÍA CONSULTADA

- ARANGO, Roberto y Sandoval, Henry. Dinámica de la población de insectos plaga del cultivo de maíz (*Zea mays* L.). 1980. p. 53.
- ARANGO, Rodrigo A., Lemos, Gustavo A. y Morales, Carlos A. Evaluación del daño de *Diatraea* spp. Lep. Pyralidae y su efecto en el rendimiento de genotipos de maíz, *Zea mays* L., y sorgo, *Sorghum bicolor* en el Valle del Cauca. Universidad Nacional de Colombia. 1985.
- ARRIETA, Rafael y Martínez, Manuel. Inventario de benéficos en cultivos de arroz, maíz y sorgo en el departamento de Córdoba. Trabajo de grado, Facultad de Ingeniería Agronómica, Universidad de Córdoba.
- BARRIOS, Luis Fernando y Oviedo, Luis Eliécer. Identificación de coccinélidos predadores en cultivos de arroz, maíz y sorgo en el Sinú Medio. Montería. 1989. 61 p. Trabajo de grado, Facultad de Ingeniería Agronómica, Universidad de Córdoba.
- BEDOYA, Adolfo y Hernández, Edinson. Eficiencia de *Telenomus remus* (Hymenoptera: Scelionidae) para el control de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) en maíz en Córdoba. En Resúmenes XXV Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología, Socolen, Cali. 1998. Cacaís, Alirio. Guía para operación y mantenimiento de cosechadoras de granos. Montería. Agosto 22 de 1994. p.11, 14, 19, 20.
- CACAIS, Alirio. La cosechadora y su incidencia en la recolección mecanizada de maíz. Memorias del taller sobre calibración de cosechadoras, agosto 27 y 28 de 1996, Cereté. 11 p.
- CORTÉS, Gonzalo. Silcec Ingenieros Ltda. Memorias taller sobre manejo poscosecha de maíz, julio 25 de 1996, Cereté. p. 2-6, 10-16.
- DE CARABALLO, N. Ciclo de vida y dinámica poblacional de *Blissus leucopterus* Say (Hemiptera: Lygaeidae) en el cultivo de maíz en Córdoba. 1990. Trabajo de grado, Facultad de Ingeniería Agronómica, Universidad de Córdoba. 71 p.
- DE LEÓN, Carlos. Mejoramiento de resistencia genética en maíz al mildew veloso. Memorias II. Eventos de capacitación en maíz. Proagro – Fenalce. 2001. pp. 107-112.
- ESPITIA, Miguel. Guía para asignatura de maíz-sorgo. Cátedra cultivo de maíz. Universidad de Córdoba. 1997. 33 p. (mecanografiado).
- FEDERACIÓN NACIONAL DE CULTIVADORES DE CEREALES Y LEGUMINOSAS (Fenalce). Resultado de tres trabajos realizados sobre almacenamiento de cereales con pequeños productores de maíz en Tierralta, zona costanera en Córdoba y Colosó, Sucre. 10 p. (mecanografiado).
- GUEVARA, Judith y González, Alfonso. Evaluación del parasitismo natural ejercido sobre *Spodoptera frugiperda* y *Diatraea saccharalis* en maíz (*Zea mays* L.) en el piedemonte llanero. En: Resumen entomológico. Congreso biodiversidad y desarrollo sostenible, Pereira. 1997.
- INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO (ICA). Manejo integrado de plagas y enfermedades en maíz y sorgo. 1ª edición. Produmedios, Bogotá. pp. 17, 21, 59, 60, 63, 65.
- INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO (ICA). Memorias. Curso sobre control de vertebrados plaga. Montería, octubre de 1975. pp. 2-7.

- MACÍAS, Gloria Cecilia y Lora, Cristóbal. Distribución y dinámica de la población de *Chelonomus texanus* sobre *Spodoptera frugiperda* en el maíz en Córdoba. Trabajo de grado, Facultad de Ingeniería Agronómica, Universidad de Córdoba. 1983. 50 p.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL Y GOBERNACIÓN DE CÓRDOBA. Diagnóstico agropecuario de Córdoba. 2ª edición. Urpa, Montería. 1985. 219 p.
- MOLINA, Carlos E. Diagnóstico químico y fertilidad de los suelos de las principales regiones productoras de maíz en Colombia. Áreas homogéneas – región Córdoba. Revista El Cerealista, Fenalce, julio de 2005. pp. 6-11.
- OTERO, Pluvio. El desarrollo de Coagrocor ante el mercadeo y la producción mundial de maíz. Boletín informativo Coagrocor, Cereté. Revista No. 2, enero de 1998. pp. 5-6.
- OTERO, Pluvio. Calibración de combinadas en el Caribe húmedo. Boletín informativo Coagrocor. Cereté. Revista No. 3. Marzo de 1999. pp. 6-8.
- OTERO, Pluvio. Diagnóstico de los suelos del Sinú. Junio 6 de 1996. Trabajo de posgrado. 13 p. (mecanografiado).
- OTERO, Pluvio. Causas que influyen en la compactación de los suelos agrícolas. Cereté. Junio 6 de 2002. Trabajo de posgrado. 13 p. (mecanografiado).
- OTERO, Pluvio. Siembra directa del maíz en Córdoba. Asociación de Ingenieros Agrónomos de Córdoba (Asiacor), Cereté. Revista No. 3. Febrero de 2002. pp. 16-18.
- OSPINA, José Gabriel. Tecnología del cultivo de maíz. Fondo Nacional Cerealista. Convenio Senasac-Fenalce. Produmedios, Bogotá. 1999. 235 pp. 95, 130, 139, 141-143.
- PÉREZ, Juan Carlos y otros. Manejo del cultivo de maíz en la Costa Atlántica de Colombia. Boletín No. 4. Corpoica, C.I. Turipaná, Cereté, Colombia. Febrero 1995. pp. 3, 12, 14.
- PINTO, Reinaldo. Comparación de varias clases de recipientes para almacenamiento de maíz en pequeña escala. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA).
- RIVEROS, Guillermo. Ecofisiología de la producción de maíz. En: Fenalce. Memorias Seminario de actualización en el cultivo de maíz. Cereté, abril de 2000. pp. 2-6.
- RUIZ, Guillermo y Zamudio, William. Evaluación del parasitismo ejercido por el control biológico natural, químico y liberación de *Trichogramma semifumatum* sobre posturas de *Diatraea saccharalis* en maíz y su relación con el rendimiento. Trabajo de grado, Facultad de Agronomía, Universidad Tecnológica de los Llanos Orientales, Villavicencio. 1998. 73 p.
- SÁNCHEZ, Guillermo. Manejo integrado de plagas en maíz y sorgo con énfasis en *Blissus* spp. y tierres. En: Manejo integrado de plagas y enfermedades en maíz y sorgo. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Boletín de sanidad vegetal (13).1996. 171 p.
- SEMILLAS DEL VALLE S.A. Manual del agricultor. Feriva Ltda., Cali. pp. 9-17.
- VÁSQUEZ, NC y Sánchez, G. Bioecología del cucarro (*Eutheola bidentata* Burmister. Coleoptera: Sacarabaidae) en el Caquetá. En: Memorias Seminario nacional de investigación y control de cucarro, *Eutheola bidentata* (B). Florencia, octubre de 1990. pp. 1-28.
- VÁSQUEZ, MN y Sánchez, G. El *Blissus* y su manejo agronómico. Boletín divulgativo No. 96. 1992. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) – Fenalce. 9 p.