MANUAL COMPLEMENTARIO DE PRODUCCIÓN AGRICOLA:

FERTILIZACIÓN DE ALGUNOS CULTIVOS DE CLIMA CALIDO

Ingeniero Agrónomo. Cesar Augusto Borrero.

San José del Guaviare. Colombia.
Febrero de 2008

CONTENIDO

UNIDAD 1. **NUTRIMENTOS EN LAS PLANTAS**

Funciones de los nutrimentos
Síntomas visuales de deficiencia nutricionales (Diagnostico visual)
Nutrimentos móviles
Nutrimentos inmóviles
Resumen

UNIDAD 2. **CULTIVO DE ALGODÓN**

Importancia
Características sistemáticas y morfológicas
Variedades
Zonas algodoneras
Clima
Suelos
Requerimientos nutricionales
Preparación del terreno
Siembra
Plagas, Hongos y Enfermedades
Malezas
Cosecha

UNIDAD 3. **FERTILIZACIÓ EN PALMA AFRICANA**

Importancia
Análisis de suelo
Producción de materia seca y absorción de nutrientes
Análisis foliar
Interacciones de los nutrientes y antagonismos
Fertilización
Síntomas de deficiencias

UNIDAD 4. **FERTILIZACIÓN EN SORGO**

Introducción
Extracción de nutrientes
Fertilidad de los suelos
Respuesta a la fertilización
Plan de fertilización
Bibliografía

UNIDAD 5. **CULTIVO DE CITRICOS**

Origen
Clasificación
Clima y suelos
Época de siembra
Variedades o cultivares
Propagación
Preparación de suelos
Siembra
Manejo de la plantación
Plagas de los cítricos
Cosecha
Bibliografía

UNIDAD 6. **FERTILIZACIÓN EN HORTALIZAS**

Importancia
Suelos
Requerimientos de fertilización
Bibliografía

UNIDAD 7. **PASTOS MEJORADOS**

Introducción
Pastos y praderas de clima calido
Requerimientos Nutricionales
Fertilidad de los suelos
Requerimientos de fertilización
Plan de fertilización Nutrimon
Significado económico de la fertilización
Bibliografía

NUTRIMENTOS EN LAS PLANTAS

FUNCIONES DE LOS NUTRIMENTOS

Carbono, Hidrógeno, Oxígeno

Presente como componente estructural de la planta. Componente de carbohidratos, proteínas, y protoplasma celular.

Nitrógeno*

Nutrimento requerido en mayor cantidad. Es absorbido como urea, NO_3^- y NH_4^+ (con excepción del arroz la mayoría de los cultivos agrícolas absorben el N primordialmente como NO_3^-). La planta requiere utilizar energía para reducir NO_3^- para ser convertido a aminoácidos. El rango normal en tejido es 1 - 5%. Es el componente fundamental de todas las moléculas orgánicas involucradas en los procesos de crecimiento y desarrollo vegetal. Constituyente de aminoácidos (proteínas estructurales y enzimas), ácidos nucleicos, clorofila, cito-cromos, coenzimas, hormonas y otros compuestos nitrogenados con funciones variadas (ureidos, amidas, alcaloides). Por lo tanto, participa activamente en los principales procesos metabólicos: la fotosíntesis, la respiración, la síntesis proteica.

La carencia de N y en consecuencia la carencia de clorofila no permite que la planta utilice la luz solar como fuente de energía en el proceso de la fotosíntesis. Cantidades adecuadas de N producen hojas de color verde oscuro (debido a que estas tienen una alta concentración de clorofila) y mejora la eficiencia de uso del agua.

Fósforo*

El P forma parte de la molécula transportadora de alta energía (ATP), por lo que el P participa en todos los procesos metabólicos energéticos. Las plantas pueden absorber el P como el ion ortofosfato primario ($H_2PO_4^-$) o secundario (HPO_4^-). El rango en los tejidos es de 0.1- 0.5 %. Estructuralmente constituye parte de los fosfolípidos de las membranas celulares, de los ácidos nucleicos, de la mayoría de las enzimas y de las coenzimas NAD y NADP. También participa en la fotosíntesis, en la glicólisis, en la respiración, en la síntesis de ácidos grasos y en la síntesis de proteínas, especialmente nucleoproteínas en los tejidos meristemáticos. El ácido fítico (hexafosfato de inositol) almacenado en la semilla es la principal fuente de fosfato inorgánico durante la germinación.

Al igual que el N, las concentraciones más altas de P se encuentran el tejido joven y las deficiencias aparecen primero en las partes bajas de la planta. A medida que las plantas maduran la mayor parte del P se mueve a las semillas o el fruto. El P ayuda a las raíces y plántulas a desarrollarse rápidamente, aumenta el número de tallos y hojas nuevas, aumenta la fructificación, mejora la eficiencia del uso del agua, contribuye a la resistencia de algunas plantas a enfermedades y acelera la madurez.

Potasio*

Los cultivos contienen aproximadamente la misma cantidad de K que N, pero más K que P. Es absorbido (del suelo) por las plantas en forma iónica (K_+). El rango normal en los tejidos es de 1 - 5%. Su forma iónica (K_+), es móvil dentro de la planta y no forma compuestos orgánicos en la planta. Participa indirectamente en casi todos los procesos, respiración, fotosíntesis, síntesis de clorofila. Tiene que ver en la regulación osmótica e hídrica de la planta (relaciones con agua), en el mantenimiento de la electroneutralidad celular y en la permeabilidad de las membranas. Actúa como activador de una gran cantidad de enzimas de la síntesis proteica y del metabolismo de carbohidratos, y está involucrado muy directamente en el transporte de azúcares vía el floema. Puede ser parcialmente sustituido por el Na y el Rb.

El K es importante en la formación de frutas, ayuda a la planta a resistir ataques de enfermedades, mejora la eficiencia del uso del agua a través de apertura y cierre de los estomas. Otros efectos que causa el K en las plantas son: incrementa la eficiencia en la elaboración y movilización de azúcares y almidones, estimula el llenado de granos, mejora la calidad de los productos, mantiene la turgencia de la planta, evita los efectos severos de la sequía y de las heladas, aumenta la resistencia a enfermedades y plagas.

Calcio**

El calcio es absorbido por las plantas en forma del catión Ca^{2+}. El rango de concentración en las plantas es de 0.2 - 1 %. Su papel principal es estructural, porque constituye, como pectatos de Ca en las láminas media, la parte cementante de las paredes celulares. Participa en la formación de membranas celulares y de estructuras lípidas. Es necesario en pequeñas cantidades para la mitosis en las zonas meristemáticas pues confiere estabilidad al aparato estructural durante la división celular. Actúa como activador de enzimas.

El Ca en la planta, proporciona rigidez, aumenta la utilización de NO_3^-, fomenta el desarrollo de las raíces, aumenta la resistencia a enfermedades y plagas, favorece el cuaje de flores, impulsa la producción de semillas y ayuda a la fijación simbiótica del N.

Magnesio**

El magnesio es absorbido por las plantas en forma catiónica (Mg^{2+} La concentración en tejido varía de 0.1 - 0.4 %. Forma parte de la molécula de clorofila, por lo tanto es importante para la fotosíntesis. Participa en gran medida en el balance electrolítico dentro de la planta. Actúa como activador enzimático, especialmente en reacciones de fosforilación del ATP, en el metabolismo de los azúcares y en la síntesis de ácidos nucleicos, y por lo tanto en la síntesis de proteínas.

Azufre**

El S es absorbido principalmente como anión sulfato (SO_4^-) También puede entrar por las hojas como SO_2. El S forma parte de dos (cisteína, y metionina) de los 21 amino ácidos que forman las proteínas. La concentración típica en los tejidos es de 0.1 - 0.5 %. Es un constituyente de algunas enzimas, vitaminas (tiamina y biotina) y de la coenzima A, que participan en el metabolismo de azúcares, grasas y proteínas. También ayuda en la estabilización de la estructura de las proteínas.

Muchas especies vegetales contienen pequeñas cantidades de compuestos azufrados volátiles (sulfóxidos) responsables de factor lacrimógeno de las cebollas y el olor de los ajos.

El S causa que aumente el crecimiento vegetativo y la fructificación, es requerido en la síntesis de clorofila, estimula el crecimiento de raíz, propicia la formación de semilla, aumenta la concentración de carbohidratos, aceites, grasas y proteínas

Hierro***

Concentración típica en los tejidos es de 50 - 250 ppm. Actúa como activador enzimático en la síntesis de clorofila; es un factor necesario pero no forma parte de la molécula. Interviene en la síntesis de proteínas. Acepta y dona electrones por lo que interviene en reacciones redox. Es un componente estructural de proteínas ferroporfirínicas importantes, como los citocromos y la leghemoglobina. El 75% del hierro está asociado a los cloroplastos. Deficiencias se ven mayormente en suelos calcáreos.

Manganeso***

Concentración típica en la planta es de 20 - 500 ppm. Actúa como activador enzimático en la respiración y en el metabolismo del N; en este último caso, activando las reductasas. Es el catión predominante en estos procesos, pero puede ser sustituido por Mg, Co, Zn, y Fe. También participa en la síntesis proteica y en la formación de ácido ascórbico (vitamina C). Participa en el proceso de fotosíntesis pero solo en la fase oscura. Además es capaz de oxidar el ácido indoloacetico.

Zinc***

Según varios autores, es el micronutrimento que con más frecuencia limita los rendimientos de los cultivos. Rango de concentración típica es de 25 - 150 ppm. Actúa como activador de varias enzimas, dos de ellas muy importantes: la anhidrasa carbónica (H_2CO_3 ----> $CO_2 + H_2O$) y en la deshidrogenada alcohólica, así como de enzimas transportadoras de fosfatos. Participa en la síntesis de la hormona de crecimiento ácido indoloacetico, a nivel de su precursor, el triftófano.

Cobre***

Rango de concentración típica es de 5 - 20 ppm. Es componente de ciertas proteínas presentes en el cloroplasto, por lo que participa en la fotosíntesis. Promueve la formación de vitamina A. Además, activa varias enzimas y actúa como conductor electrónico en la actividad respiratoria. Está implicado en la biosíntesis de ligninas.

Los suelos orgánicos son los más propensos a ser deficientes en Cu. Estos generalmente tienen niveles adecuados de Cu, pero lo retienen tan fuertemente en forma quelatada que una pequeña cantidad está disponible para los cultivos. Otros metales en el suelo (Fe, Mn, Al) afectan la disponibilidad de Cu.

Boro***

Tiene múltiples formas de absorción. Según algunos investigadores, es el micronutriente de mayor deficiencia. Afecta muchos procesos en forma indirecta. Interviene en el transporte de azúcares pues forma complejos con los átomos de oxígeno libres o con los grupos OH presentes en ellos, reduciendo su polaridad y facilitando su transporte a través de las membranas. Participa en la síntesis de amino ácidos y proteínas. Participa en la diferenciación y desarrollo celular, en el metabolismo del N, en la absorción activa de sales, en el metabolismo hormonal, en las relaciones hídricas y en el metabolismo de ligninas.

Molibdeno***

Está fuertemente relacionado con el metabolismo del N; interviene en la fijación del N gaseoso a nivel de organismos fijadores, en la reducción de los nitratos y forma parte del sistema de la reductasa del N. Esta relacionado directamente con los niveles de ácido ascórbico que sirven para proteger al cloroplasto. También, interviene en el metabolismo del P.

Cloro***

Rango de concentración en tejidos es de 0.2 - 2 %. Bastante inerte dentro de la planta lo cual le permite neutralizar cationes y participar como agente osmótico. Al ser translocado con facilidad participa en el mantenimiento de turgencia en las plantas. Muchas enfermedades son suprimidas al suplementar con abonos que contienen Cl.

Otros elementos que son esenciales en algunos cultivos (*pero no son formalmente considerados esenciales*).

El silicio (Si) se encuentra asociado a las paredes celulares de las gramíneas (especialmente arroz, y caña de azúcar). Aumenta la tolerancia a patógenos y reduce la toxicidad de otros elementos.

El sodio (Na) regula de alguna manera la actividad del K y afecta los movimientos estomaticos y el balance hídrico. Es requerido por las plantas C4 como activador enzimático.

El cobalto (Co) se considera esencial para el funcionamiento del sistema simbiótico entre *Rhizobium*leguminosas, pues afecta la acción de la hemoglobina.

El selenio (Se) ha sido asociado con el metabolismo del S.

Convenciones:

* Nutrimento primario (casi siempre limitante en la producción y utilizado en relativamente grandes cantidades)

** Nutrimento secundario (frecuentemente limitante y utilizado en relativamente grandes cantidades

*** Micronutrimento (utilizado por las plantas en relativamente poca cantidad)

SINTOMAS VISUSLES DE DEFICIENCIAS NUTRICIONALES (Diagnostico visual)

Cuando las plantas sufren una disponibilidad insuficiente de nutrimentos, expresan unas características anormales visibles específicas para ese elemento. Esto se conoce como **síntoma de deficiencia nutricional**. Como regla general, desordenes nutricionales que inhiben levemente el crecimiento o rendimiento no se manifiestan como síntomas visibles específicos. Es común que la manifestación de los síntomas visuales está acompañada por una disminución en rendimiento o crecimiento. Usualmente, solo con conocimiento teórico de las funciones de nutrimentos, práctica y experiencia los síntomas pueden ser reconocidos acertadamente bajo condiciones de campo.

En algunos casos el tipo y cantidad de fertilizante puede ser recomendado en base a un diagnostico visual inmediatamente, pero en la mayoría de los casos es necesario obtener información adicional tal como: análisis de nutrimentos, pH del suelo, nivel de materia orgánica, estatus de humedad del suelo, historial de uso de fertilizantes o plaguicidas. El análisis de suelo y de planta de áreas normales y deficientes puede ser usado para comparar y confirmar las deficiencias. En algunos casos es muy tarde corregir problemas nutricionales para dicha cosecha pero no para las subsiguientes. Aunque cada nutrimento produce unos síntomas de deficiencia característicos hay muchos factores que pueden complicar el diagnóstico del problema, algunos de los cuales son:

1. **Cultivo** - Algunos cultivos no demuestran los síntomas en forma tan clara como otros. Diferentes especies del mismo género pueden tener diferentes patrones, y aún cultivares o variedades diferentes pueden tener mayor o menor susceptibilidad a mostrar las deficiencias visuales.

2. **Estrés** - Un síntoma de deficiencia puede resultar de un estrés no nutricional en la planta, el cual reduce la habilidad de la planta a obtener nutrimentos, aunque estos existan en niveles adecuados en el suelo. Algunos factores pueden ser exceso o muy poca humedad del suelo, compactación del suelo, daños por insectos, herbicidas o enfermedades. Estos síntomas asociados al estrés no necesariamente indican que el programa de fertilización ni el contenido de nutrimentos del suelo sea inadecuado. Algunos síntomas de la planta causados por estrés puede que no sean distinguibles de síntomas nutricionales.

Los problemas nutricionales casi siempre ocurren en patrones asociados al terreno tales como características del suelo (textura, drenaje, o compactación etc..) Si tan solo hay unas pocas plantas afectadas en el campo o parcelas, es mas probable que los síntomas sean causados por enfermedades, daño por insectos o variabilidad genética.

3. **Deficiencias Leves** - Deficiencias nutricionales leves pueden resultar en síntomas no-definitivos que son difíciles de distinguir de otros síntomas de deficiencia nutricional.

4. **Deficiencias Múltiples** – Esto ocurre cuando dos o más deficiencias enmascaran o alteran la apariencia de síntomas individuales. Por ejemplo, una deficiencia de N puede enmascarar otras deficiencias y por ende otros síntomas.

Cantidades inadecuadas de nutrimentos o desbalances nutricionales del suelo, no afectarán la tasa de germinación plántulas. La aplicación de fertilizantes en banda lateral o en el fondo del surco u hoyo "pop up fertilizer" no estimula a que la plántula emerja más rápidamente, aunque puede servir de emprendedor en lo que la planta extiende su sistema radicular a través del suelo. Una vez sale la raíz, empieza a absorber nutrimentos los cuales son transportados dentro de la planta. Cuando no existen niveles de nutrimentos adecuados ocurre un desarrollo anormal. El tipo de síntoma que se desarrolle dependerá de la función que el nutriente realiza en la planta, la movilidad del nutrimento, y la etapa de crecimiento cuando ocurre la deficiencia.

La diagnosis visual requiere de un enfoque sistemático. Aunque existen 13 nutrimentos que expresan síntomas de deficiencia, el diagnóstico de estos puede ser simplificado evaluando el **tipo de síntoma** (clorosis, enanismo etc...) y **localización del síntoma** (hojas viejas, hojas jóvenes). Algunos de los tipos de **síntoma** son:

1. **Clorosis o amarillamiento uniforme o en los bordes** - El síntoma más común se debe a una falta en el desarrollo de la clorofila. La clorosis puede presentarse en forma generalizada o en forma localizada. Las hojas cloróticas varían su color desde un verde claro a un color amarillo o casi blanco.

2. **Clorosis intervenal** - Las venas de la hoja se mantienen verde mientras el tejido entre-medio de las hojas se torna amarillo.

3. **Necrosis** - Ocurre muerte o secamiento del tejido asociada con deshidratación y decoloración de los órganos de la planta. Puede ser como resultado de un estado avanzado de clorosis. Por lo general tiene un patrón con relación al tiempo, ya que se extiende de mayor a menor grado. empieza en el ápice y borde de hojas viejas. Daños asociados con sequía, herbicidas, enfermedades y exceso de sales también pueden causar necrosis.

4. **Enanismo (Achaparramiento)** - Una reducción en la tasa de crecimiento está asociado a casi todos los síntomas nutricionales. La forma del enanismo puede variar con la deficiencia. Deficiencia de algunos nutrimentos puede causar entrenudos cortos para una planta, mientras que para otras el enanismo puede ser en forma de hojas y tallos finos y raquíticos.

5. **Coloración anormal** - Algunas deficiencias nutricionales están caracterizadas por coloraciones rojas, púrpura, marrón o verde-oscuro. Coloración rojizo-púrpura se debe a la acumulación de antocianina en el tejido. Otra de las características importantes es la **localización del síntoma** que se debe a la movilidad o capacidad de retranslocación que tiene el elemento dentro de la planta.

NUTRIMENTOS MÓVILES

Nutrimentos móviles se translocan fácilmente a través de diferentes órganos y partes de la planta. Bajo condiciones de deficiencia la planta puede mover nutrimentos de partes más viejas y desarrolladas a tejido joven en desarrollo a través del floema. A consecuencia de esto los síntomas son más severos en las partes y tejidos u hojas más viejos (usualmente bajo). Si la deficiencia es bastante severa, la planta entera puede desarrollar los síntomas, pero estos

ocurrirán primero y con mayor severidad en las hojas más viejas. Los nutrimentos considerados móviles son:

- Nitrógeno (N)
- Fósforo (P)
- Potasio (K)
- Magnesio (Mg)

NUTRIMENTOS INMÓVILES

Estos son constituyentes bastante permanentes en la planta y no son movidos con facilidad a áreas de crecimiento nuevo bajo condiciones de deficiencia. Como resultado de esto los síntomas aparecen primero en las hojas y tallos más jóvenes; mientras que las hojas más viejas aparecen normales. Los nutrimentos inmóviles son:

- Hierro (Fe)
- Manganeso (Mn) – a veces puede ser móvil
- Cobre (Cu)
- Boro (B)
- Zinc (Zn) – a veces puede ser móvil
- Calcio (Ca)
- Azufre (S)
- Molibdeno (Mo) – parcialmente móvil
- Cloro (Cl) – parcialmente móvil

Descripción general de síntomas **visuales** de deficiencias nutricionales y algunos ejemplos:

Nitrógeno (móvil)

El síntoma más característico es **clorosis o amarillez en las partes viejas (hojas) de la planta.** A medida que el síntoma se va tornando mas severo la planta entera puede tornarse clorótica. Otros síntomas típicos generales son: enanismo, madurez acelerada, disminución en la razón tallo-raíz (peso seco), disminución en área foliar y área foliar especifica.

Ejemplos: En **gramíneas, maíz y sorgo** el amarillamiento empieza en el ápice de la hoja bajando por la nervadura central en forma de V. Eventualmente la hoja entera puede secarse. En **leguminosas** las plantas tienen un color verde-claro y usualmente hay una nodulación muy pobre.

Fósforo (móvil)

Síntomas aparecen primero en las partes jóvenes. Se puede observar una reducción en expansión foliar, área foliar, número de hojas y crecimiento (enanismo). A veces, los síntomas empiezan como una **coloración verde oscura o azulada** y progresando a tono **púrpura** en las hojas viejas. Puede ocurrir una **madurez decelerada** y las raíces pueden estar pobremente desarrolladas.

Ejemplos: La coloración púrpura es más común en **maíz y sorgo** y en otros granos pequeños. Es poco común observar síntomas en cultivos con sistema radicular extensivo tales como cítricos, y café.

Potasio (móvil)

El síntoma más característico es una reducción en crecimiento, clorosis en las hojas mas viejas seguido por el desarrollo de **zonas necróticas en el ápice y los bordes de las hojas**. Necrosis total se observa con severas deficiencias. Ocurre **enanismo** ya que los entrenudos son más cortos. Bajo condiciones de insuficiencia de K, se impide la lignificación por lo que las plantas son mas susceptibles al volcamiento "lodging".
Ejemplos: En **habichuelas** la clorosis empieza en los bordes de las hojas más viejas, manteniéndose verde la base y centros de las hojas. En **guineos**, se observa una clorosis en los bordes seguido por una necrosis que se va extendiendo por todas las hojas viejas.

Calcio (inmóvil)

El síntoma principal es la **malformación de las hojas jóvenes** tomando **forma de gancho** o de **cuchara** en las puntas. Ocurre disminución en el desarrollo de las raíces por lo que se acortan.

Ejemplos: En tejidos con altas tasas de crecimiento se observan desordenes de deficiencia tales como: "blossom end rot" en tomate y melón y quemazón de la punta de las hojas en lechuga.

Magnesio (móvil)

El síntoma principal es la clorosis en forma intervenal en las hojas viejas y se propaga a hojas más jóvenes a medida que la deficiencia se hace más aguda. Las cítricas y plátanos son los cultivos que con mas claridad se observan las deficiencias de magnesio.

Ejemplos: En **gramíneas** hay coloración amarillenta entre las venas. En **palmas** y en **cítricos** se forma una cuña verde "green wedge".

Azufre (inmóvil)

Los síntomas son muy parecidos a los de la deficiencia de N, ya que ocurre una clorosis general. La diferencia es que los síntomas aparecen primero en las hojas jóvenes. La clorosis tampoco ocurre en forma de V.

Ejemplos: Los síntomas son más probables a ocurrir en suelos ácidos, arenosos y con poca cantidad de materia orgánica.

Hierro (inmóvil)

El síntoma más característico es una **clorosis general** de las hojas jóvenes que puede comenzar como **intervenal**, pero que al cabo del tiempo también las venas acaban perdiendo la clorofila. En casos severos las hojas se tornan blancas. Usualmente no hay una gran reducción en el tamaño de la hoja.

Ejemplos: La toxicidad de Mn en **café** se manifiesta como deficiencia de Fe, especialmente en suelos ácidos y condiciones reductoras. En ñame (var. diamante) se observa una clorosis generalizada por todas las hojas.

Manganeso (inmóvil)

Síntoma más característico es una **clorosis intervenal** similar al de la deficiencia de Fe pero menos pronunciado. Generalmente los síntomas aparecen primero en las hojas más jóvenes aunque pueden también aparecer en las más viejas.

Ejemplos: Se observa una clorosis intervenal y necrosis en las hojas jóvenes de habichuelas.

Zinc (parcialmente móvil)

Los primeros síntomas son una **clorosis intervenal** de las hojas. Se inicia en el ápice y en los bordes. Se observan **entrenudos más cortos** por lo que ocurre **enanismo**. Casi siempre las hojas son más pequeñas.

Ejemplos: En **cítricas** un síntoma característico es la "hoja chiquita". Se observan unas hojas más pequeñas y alargadas en los ápices (puntos de crecimiento).

Cobre (inmóvil)

Los síntomas más característicos son: disminución en crecimiento, distorsión de las hojas jóvenes, necrosis del meristemo apical. Se puede observar también **clorosis** en las hojas más jóvenes. Con deficiencias severas ocurre **necrosis** en el ápice de las hojas jóvenes que progresa al lo largo del margen de la hoja, enrollando los bordes.

Ejemplos:

Boro (inmóvil)

Ocurre **decoloración** primero en la base de la hoja antes que en el ápice. Hojas presentan texturas duras y los tallos se vuelven quebradizos. Ocurre un desarrollo restringido de flores y frutas. Las hojas jóvenes no se pueden diferenciar las unas de las otras, por lo que partes de las hojas pueden estar pegadas y deformadas.

Ejemplos: En **yautía**, hay una pobre diferenciación de las hojas jóvenes. Las hojas de la **batata** pueden tendrá una apariencia moteada y quemaduras en el borde de las hojas.

Molibdeno (parcialmente móvil)

Puede empezar como un moteado clorótico intervenal de las hojas inferiores seguido por una necrosis marginal y el encurvamiento de las hojas. Las hojas pueden llegar a secarse por completo. La floración se inhibe o si se forman se caen.

Ejemplos:

Cloro (parcialmente móvil)

Ocurre **marchites parcial**. Ocurre clorosis en las hojas. También ocurre una disminución en la tasa de crecimiento de planta y raíz. Plantas pueden desarrollar manchas en las hojas.

Ejemplos:

Síntomas de Toxicidad
En la mayoría de los casos los fenómenos de toxicidad nutricional se deben al **uso inadecuado de productos agrícolas**. Al igual que síntomas de deficiencia, cuando los síntomas son observados en las plantas ya habrá daño y una pérdida en el desarrollo y rendimiento final. Los problemas de toxicidad nutricional aparecen exclusivamente con los **elementos menores**.

Descripción general de síntomas de **toxicidad** más comunes:

Salinidad del Suelo

Se debe al el uso excesivo de fertilizantes, o agua de riego con altas cantidades de sales disueltas, en suelos de regiones con altas tazas de evaporación. La plántula es especialmente susceptible al exceso de fertilizantes. Cuando esto es añadido a una planta, el daño ocurre primero como marchitamiento en los bordes de la hoja o en la hoja entera. En pocos días la planta se deshidrata con necrosis marginal. Los síntomas de salinidad varían bastante con cultivos, lo cual tienen diferentes niveles de tolerancia. Un alto grado de salinidad en el suelo causa enanismo en las plantas y la planta afectada puede manifestar un color verdoso con hojas pequeñas y alargadas.

Cloro - Comúnmente asociado a salinidad del suelo. Ha sido descrito como necrosis en la punta de la hoja. A medida que se intensifica la toxicidad la necrosis progresa por los bordes.

Sodio - Comúnmente asociado a salinidad del suelo. Puede causar deficiencia de Ca.

Boro - Puede ocurrir en plantas que han sido regadas con agua que contenga 1 ppm B o más.

Aluminio - Está asociado a suelos fuertemente ácidos. Con toxicidad de Al la plántula se desarrollan muy lentamente (enanismo) y las hojas se tornan verde oscuro o rojo-púrpura característico de deficiencia de P. Plantas sensitivas frecuentemente no crecen más que la etapa de plántula. Desarrollo de las plantas esta fuertemente restringido.

Manganeso - Esta asociado a suelos fuertemente ácidos. Ocurre disminución en el crecimiento de hojas y raíces. También ocurre clorosis, necrosis y arrugamiento en hojas jóvenes.

Zinc - Esta asociado a suelos derivados de rocas altas en Zn. También al uso inadecuado de agroquímicos foliares con alto contenido de Zn. Elemento está asociado a la translocación de Fe, por lo tanto puede causar la clorosis típica de deficiencia de este elemento.

Exceso de otros minerales:

Un exceso de N puede resultar en un crecimiento vegetativo excesivo, que causa pobre calidad de fruto. También induce deficiencia de K, alteración de la estructura de los cloroplastos, agota las reservas de carbohidratos, y reduce la tasa fotosintética.

Efectos directos del exceso de P no han sido reportados pero puede inducir deficiencias de Cu y Zn en los cultivos.

El exceso de K en el suelo puede afectar el balance de Ca y Mg. Una cantidad excesiva de Ca en los suelos puede inducir deficiencias de P, K, Mn, Fe, Zn, o B. Exceso de Mg en el suelo puede inducir deficiencias de Ca o K.

Resumen:

La observación visual de deficiencias nutricionales puede ser una herramienta útil en el diagnóstico de problemas en los cultivos. Estos síntomas observables deben realizarse con mucho cuidado ya que no son únicos y definidos y se pueden confundir con otros asociados a enfermedades, virus, plagas etc. Las deficiencias o toxicidades nutricionales casi siempre tienen una distribución generalizada en el campo se presentan con un gradiente ascendente o descendente en la planta, presentan simetría. La evaluación de las propiedades del suelo, historial del suelo, análisis químico del suelo y análisis foliar debe ser usados para complementar el diagnóstico.

Los síntomas de deficiencia no siempre indican una pérdida en calidad o en rendimiento. Deficiencias nutricionales en plantas jóvenes no necesariamente implican disminución en rendimiento. De la misma manera, los cultivos pueden sufrir estrés nutricional y disminución en rendimiento sin expresar los síntomas mas obvios (termino “hidden hunger”). Puede ser una herramienta útil en la evaluación de problemas de cultivo y en el desarrollo de programas de abonamiento cuando se utiliza con mucho cuidado.

CULTIVO DE ALGODÓN

IMPORTANCIA

Por su apreciable incidencia en aspectos sociales y económicos, para Colombia es un cultivo de gran importancia; el consumo interno de fibra media de algodón, materia prima básica para las industrias de hilados y tejidos, se abastece de la producción nacional, quedando excedentes para exportación que, aun cuando variables de un año a otro, han sido constantes desde el año 1959, convirtiéndose en un productor destacado de divisas para el país.

El área cultivada con algodón descendió en los primeros años de la década de los 80, pero a partir de 1984 se ha venido incrementando nuevamente, tendiendo a llegar a las 250.000 hectáreas/año, lo cual genera empleo a más de 100.000 familias colombianas y constituye un factor esencial para el desarrollo agrícola de muchas regiones.

Por otra parte, a partir de la semilla de algodón, a través de procesos industriales bien desarrollados en el país, se obtienen aceites para consumo humano y tortas ricas en proteínas para alimentación animal.

El rendimiento de algodón-semilla por hectárea se ha incrementado apreciablemente con relación a los primeros años de explotación del cultivo, gracias a los avances tecnológicos logrados en él. Sin embargo, aún subsisten limitantes importantes en este aspecto que es necesario solucionar para poder lograr un promedio de producción por hectárea equiparable a la de los mayores productores mundiales.

Uno de los factores que incide notablemente en el rendimiento de este cultivo es el suelo y su manejo integral en los aspectos físicos y químicos y de disponibilidad de agua y de nutrientes, adquiriendo especial interés el uso adecuado de los fertilizantes.

CARACTERÍSTICAS SISTEMATICAS Y MORFOLÓGICAS.

Nombre común: Algodón.
Nombre científico: *Gossypium herbaceum* (algodón indio), *Gossypium barbadense* (algodón egipcio), *Gossypium hirstium* (algodón americano).
Clase: Angiospermas
Sub Clase: Dicotiledóneas
Orden: Malvales
Familia: Malvaceae.
Género: Gossypium.

RAIZ : La raíz principal es axonomorfa o pivotante. Las raíces secundarias siguen una dirección más o menos horizontal. En suelos profundos y de buen drenaje, las raíces pueden llegar hasta los dos metros de profundidad. En los de poco fondo o mal drenaje apenas alcanzan los 50 cm. El algodón textil es una planta con raíces penetrantes de nutrición profunda

TALLO: La planta de algodón posee un tallo erecto y con ramificación regular. Existen dos tipos de ramas, las vegetativas y las fructíferas. los tallos secundarios, que parten del principal, tienen un desarrollo variable.

HOJAS: Las hojas son pecioladas, de un color verde intenso, grandes y con los márgenes lobulados. Están provistas de brácteas.

FLORES: Las flores son dialipétalas, grandes, solitarias y penduladas. El cáliz de la flor está protegido por tres brácteas. La corola está formada por un haz de estambres que rodean el pistilo. Se trata de una planta autógama. Aunque algunas flores abren antes de la fecundación, produciéndose semillas híbridas.

FRUTO: El fruto es una cápsula en forma ovoide. Con tres a cinco carpelos, que tiene seis a diez semillas cada uno. Las células epidérmicas de las semillas constituyen la fibra llamada algodón. La longitud de la fibra varía entre 20 y 45 cm., y el calibre, entre 15 y 25 micras. con un peso de 4 a 10 gramos. Es de color verde durante su desarrollo y oscuro en el proceso de maduración.

FISIOLOGÍA GENERAL

Tipo de cultivo: C3

El periodo vegetativo o ciclo del algodonero pasa por tres etapas bien diferenciadas que se deben tener muy en cuenta en su manejo:

Establecimiento del cultivo.- durante el cual se presentan los procesos de germinación, de tres a cuatro días y el crecimiento inicial o fase de plántula de 12 a 20 días.

Formación de estructuras.- comienza aproximadamente a los 30 días y termina a los 100. Incluye los procesos secuenciales de prefloración, de 30 a 40 días, floración de 20 a 25 días después de la diferenciación floral. Esta es una etapa critica para el cultivo ya que, humedad, ventilación y calor juegan su papel habitual, en conjunto con la fertilidad del suelo y fructificación de 40 a 50 días entre la fecundación y la apertura de la cápsula.

Maduración.- que se inicia a los 100 días de la siembra y se caracteriza por la apertura de cápsulas, es decir, la aparición del algodón fuera de las bellotas, en forma de copos retenidos dentro de los carpelos. Esta etapa termina con la recolección. Después de la maduración del fruto se produce la dehiscencia, abriéndose la cápsula. La floración del algodonero es escalonada, por lo que la recolección es también escalonada.

Cultivo de algodón próximo a cosecha. Espinal Tolima. (Cesar B. 2008)

VARIEDADES

Actualmente se conocen 20 especies de esta malvácea, entre las cuales hay plantas perennes, semiperennes, anuales, arbóreas, arbustivas, silvestres o cultivadas. La especie más conocida y cultivada en Colombia es la HIRSUTUM, de la cual se siembra principalmente la variedad

DELTA PINE 61, que es bastante rústica y se ha comportado muy bien en las diversas zonas algodoneras del país.

En el Valle del Cauca se cultivan las variedades de fibra larga, para exportación, ALCALA 1517-70 y ALCALA 1517-BR2.

Por otra parte, el Instituto Colombiano Agropecuario, ICA, ha desarrollado nuevas variedades, como GOSSICA N-22 y GOSSICA N-23, de las cuales se siembran algunas áreas pequeñas.

ZONAS ALGODONERAS

El cultivo del algodonero en el país se zonifica así:
a) *Litoral Atlántico-Meta*: incluye las zonas algodoneras de los departamentos del Atlántico, Bolívar, Sucre, Cordoba, Magdalena, Guajira, Cesar, Santander, Meta y Comisaría del Vichada. El cultivo se realiza entre julio y enero, con un área de siembra histórica variable entre 40.000 y 290.000 hectáreas, y con un rendimiento promedio de algodón-semilla inferior a la zona del interior.

b) *Interior*: corresponde a las regiones algodoneras del Tolima, Huila, Cundinamarca y Valle geográfico del río Cauca, en las cuales el cultivo se realiza entre febrero y julio, con áreas variables entre 15.000 y 115.000 hectáreas. Sus condiciones climáticas y tecnológicas son más favorables, permitiendo la obtención de mayores rendimientos que la Zona del Litoral Meta.

CLIMA

El algodonero es un cultivo de clima cálido. En Colombia, las zonas de mayor producción presentan temperaturas promedio de 27°C a 29°C y están situadas entre 100 y 500 metros sobre el nivel del mar. Un hecho especial lo constituye el Valle del Cauca con temperaturas promedias entre 24°C a 25°C y, 950 a 1.100 m.s.n.m. En esta región, el algodonero requiere aproximadamente 20 días más para completar su ciclo vegetativo.

La precipitación promedio anual en las zonas algodoneras de mayor producción en el país oscila entre 1.050 y 1.400 milímetros; promedios superiores ocurren en el Meta, sur del Cesar y norte del Tolima.

Para obtener producciones altas, en respuesta a una adecuada fertilización, es necesario que el cultivo de algodón reciba suficiente agua, procedente de las lluvias o de riego. El rendimiento de algodón-semilla por hectárea aumenta en proporción directa con el agua y con el abonamiento que reciba el cultivo. Cuando hay deficiencia de agua no sólo disminuye los rendimientos sino que las plantas tampoco responden eficazmente a la aplicación de fertilizantes.

SUELOS

Aspectos generales

El algodonero se cultiva en una gran diversidad de suelos y su producción puede ser satisfactoria, desde este punto de vista, siempre y cuando reúna ciertos requisitos mínimos en el aspecto físico

y químico, alcanzando los mejores rendimientos mediante una fertilización apropiada, con base en el análisis del suelo, y suministrando la cantidad de agua requerida por el cultivo. Obviamente existen condiciones de suelo ideales bajo las cuales se obtiene el mejor crecimiento y la mayor producción del algodonero, que es necesario conocer para tratar de buscarlas en los terrenos que se dediquen a este cultivo.

a) *Propiedades físicas*
La planta de algodón desarrolla una raíz de crecimiento longitudinal apreciable que debe profundizar en el suelo para obtener nutrimentos y agua; si por alguna causa se impide o limita el desarrollo de esta raíz, el crecimiento de la parte aérea y productiva de la planta también se detiene o inhibe.

Los problemas que pueden limitar la profundidad efectiva de un suelo, por encontrarse dentro del primer metro del perfil del suelo, son: capas duras o compactas, capas saturadas de agua (nivel freático alto) y capas con exceso de sales solubles, o de carbonatos, o de sodio o de aluminio.

Lo anterior indica que problemas de naturaleza tanto física como química pueden limitar la penetración de raíces en el suelo.

En forma general y bajo diferentes condiciones climáticas, las producciones de algodón semilla más promisorias se obtienen en terrenos de texturas medianas o intermedias entre la arcillosa y la arenosa como francas, franco limosas o franco arcillosas arenosas, con un contenido moderado a alto de materia orgánica y una consistencia relativamente suelta.

b) *Propiedades químicas*
Las condiciones químicas y nutricionales más adecuadas para el cultivo del algodón se presentan en suelos cuyo pH esté comprendido entre 6 y 6,7. Cuando es menor de 5,6, o sea, en suelos ácidos, pueden ocurrir deficiencias de calcio, de otras bases y de fósforo, o excesos de aluminio que afectan el crecimiento de las plantas.

Cuando el pH es mayor de 7, o sea, en suelos alcalinos, es probable que se presenten deficiencias de elementos menores o excesos perjudiciales de sales solubles, de carbonatos o de sodio. Estos problemas son más frecuentes y pronunciados, llegando hasta afectar drásticamente el crecimiento de las plantas de algodonero, cuando el pH del suelo es inferior a 5 (suelos ácidos) o superior a 8 (suelos alcalinos). En estos casos es necesario corregir tal reacción y/o los problemas nutricionales asociados, para lograr obtener producciones satisfactorias.

El análisis de suelos es indispensable para conocer sus características químicas y para determinar la necesidad de hacer tratamientos correctivos a fertilizantes. En suelos ácidos es necesario *encalar* y aplicar fertilizantes compuestos ricos en *fósforo*, principalmente. En suelos *alcalinos* es necesario utilizar fertilizantes de acción acidificante como el *sulfato de amonio*, aplicar fertilizantes compuestos balanceados en fósforo y potasio y suministrar también elementos menores, con base en el análisis de suelos o en análisis foliares.

Fertilidad de los suelos algodoneros de Colombia

a) *pH*

En todas las zonas predominan los suelos ligeramente ácidos a neutros (más del 70%), con una proporción moderada de alcalinos (15 a 35%), y baja de ácidos; se exceptúan los suelos de los Llanos Orientales, donde estos últimos son abundantes (50%).

b) *Materia orgánica*
El contenido de materia orgánica en el suelo está relacionado con su capacidad para suministrar nitrógeno y se ha tomado como guía para establecer la dosis de este elemento en la fertilización del algodonero.

c) *Fósforo*
Las zonas con mayor requerimiento de fertilización fosfórica, por la apreciable proporción de suelos con niveles bajos del elemento son: Llanos Orientales, Córdoba, Tolima y Cundinamarca. Además, en la ocurrencia de deficiencias de fósforo inciden otros factores como acidez, bajo nivel de materia orgánica, exceso de calcio y carbonatos y bajo nivel de agua aprovechable en el suelo.

d)*Potasio*
Debido a la proporción de suelos con bajos contenidos de potasio aprovechable y/o a condiciones desfavorables para su absorción ante niveles altos a excesivos de calcio y magnesio, las zonas con mayor requerimiento de fertilización potásica son: Valle del Cauca, Llanos Orientales, Tolima y Cesar-Magdalena.

e) *Calcio*
Con excepción de los Llanos Orientales, en todas las zonas algodoneras predominan los suelos con niveles altos a excesivos de calcio activo. Solamente en los Llanos Orientales se presenta una proporción considerable de suelos deficientes en este elemento.

f) *Magnesio*
EI algodonero es una planta bastante sensible a la deficiencia de magnesio, por lo cual es importante corregirla cuando el análisis de suelos indica probabilidad de que ocurra, como es el caso en una cantidad apreciable de las zonas de los Llanos Orientales, Tolima, Cesar-Magdalena y Cundinamarca.

REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES

Extracción total de nutrientes

Para que el crecimiento y la producción del algodonero sean satisfactorios, el cultivo necesita disponer de una cantidad adecuada y oportuna de nutrimentos, suministrados por el suelo o mediante una fertilización apropiada.

La extracción de nutrientes mayores por cada tonelada de algodón con semilla que se produzca por hectárea, oscila aproximadamente entre las siguientes cantidades:

- Nitrógeno (N) 50 a 55 kg
- Fósforo (PaOs) 30 a 35 kg

- Potasio (KaO) 55 a 60 kg
- Calcio (CaO) 50 a 55kg
- Magnesio (MgO) 12 a 15 kg
- Azufre (S) 7 a 10 kg

Absorción de nutrientes por ciclos de crecimiento

Durante el ciclo vegetativo del algodonero se pueden distinguir tres etapas diferentes: establecimiento de las plántulas, formación de estructuras reproductivas y maduración de las cápsulas. En cada una de ellas se suceden procesos biológicos específicos que demandan condiciones del suelo y del clima para poder alcanzar un crecimiento y producción normales; la necesidad de nutrimentos, por lo tanto, es variable y las plantas van absorbiéndolos de acuerdo con el requerimiento del momento.

En los primeros días la absorción es baja pero se incrementa paulatinamente hasta llegar a un máximo entre la aparición de los primeros botones florales y la formación de las primeras cápsulas. Según el elemento, se presentan algunas diferencias en el comportamiento de la extracción, así:

Nitrógeno, fósforo y potasio: se prolonga su absorción intensa hasta la iniciación de la maduración de las cápsulas.

Calcio, magnesio y azufre: hasta la época inicial de la florescencia, su absorción es más intensa que la de los nutrientes anteriores.

Establecimiento de las plántulas: en orden de importancia, durante esta época, el requerimiento y la absorción de nutrientes mayores primarios es fósforo, nitrógeno, potasio.

Formación de botones y primeras flores: se destaca la absorción de potasio y nitrógeno. *Fructificación*: el requerimiento y la absorción de los tres elementos mayores es muy similar y equivalente a una tercera parte, aproximadamente, de la extracción total.

Maduración de cápsulas: la necesidad de fósforo y potasio es mayor que la de nitrógeno. No obstante la importancia del fósforo y del potasio en épocas, avanzadas del ciclo vegetativo del algodonero, su aplicación como fertilizantes edáficos es más eficiente en épocas tempranas, especialmente el fósforo, debido a factores relacionados con las propiedades del suelo, con las propiedades de los fertilizantes y con la capacidad de absorción de las raíces.

REQUERIMIENTOS DE FERTILIZACIÓN

Fundamentos y aspectos generales

Para obtener altos rendimientos de algodón semilla, de buena calidad, es necesario que las plantas del algodonero puedan tomar del suelo la cantidad apropiada de nutrimentos, en el momento que los requieran. Para corregir cualquier incapacidad del suelo en el cumplimiento de esta función,

es necesario aplicar fertilizantes; el análisis químico del suelo suministra la información necesaria para efectuar tal corrección.

Cuando las plantas sufren la deficiencia de un nutrimento, manifiestan anormalidades en el desarrollo, en el color y en las características de sus órganos, especialmente en las hojas; cuando se presentan estos síntomas de deficiencia, la capacidad productiva de las plantas ya se ha afectado sensiblemente. Esto se puede evitar con una fertilización oportuna y adecuada.

Los elementos mayores que con frecuencia es necesario suministrar al cultivo en forma de fertilizante son el *nitrógeno* (N), el *fósforo* (P), el *potasio* (K) y el *azufre* (S). El *calcio* lo necesita y lo absorbe el algodonero en cantidades apreciables, pero generalmente sólo se presentan deficiencias en suelos ácidos como los del Meta Una situación similar se presenta con el magnesio, ocurriendo también algunos casos de deficiencia en suelos arenosos lavados, pobres en bases, o en suelos con niveles de calcio excesivos.

Especialmente en suelos alcalinos o calcáreos y también en algunos arenosos, pobres en materia orgánica o de baja fertilidad, se ha podido obtener aumentos en la producción de algodón suministrando al cultivo por vía edáfica (suelo), o foliar, uno o varios de los siguientes elementos menores: *boro* (B), *manganeso* (Mn), *zinc* (Zn), *hierro* (Fe) y *cobre* (Cu).

Tanto la Federación Nacional de Algodoneros (FEDERALGODON) como el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), han llevado a cabo investigaciones detalladas sobre la fertilidad de los suelos cultivados con algodón en el país y han determinado con precisión aceptable cuál es el tratamiento fertilizante que puede producir los mayores rendimientos de algodón semilla.

Criterios y factores para fertilizar con nitrógeno, fósforo y potasio

a) *Fertilización nitrogenada*
Para obtener rendimientos satisfactorios, se requiere aplicar fertilizantes nitrogenados a todos los cultivos de algodonero. El nitrógeno es el elemento que determina los mayores incrementos de rendimiento, pero las mayores producciones de algodón-semilla se obtienen complementando su aplicación con azufre en forma de *sulfato de amonio*, y con fertilizantes que aporten fósforo y potasio.

Según lo anotado en la descripción de la fertilidad de los suelos algodoneros del país, hay una necesidad generalizada de aplicar dosis altas de nitrógeno, debido al predominio de los que tienen niveles bajos de materia orgánica. Así, generalmente se requiere fertilizar con más de 70 kilogramos de N/ha.

Las mayores respuestas al N en la fertilización y la necesidad de dosis mayores se presentan bajo las siguientes circunstancias:

—Menores contenidos de materia orgánica en el suelo
—Fertilización con dosis altas de P y K
—Suelos gruesos en situaciones de lixiviación
—Utilización de riego o abundancia de lluvias

—Alta luminosidad y altas temperaturas, con humedad adecuada

Los requerimientos promedios de nitrógeno, aproximados, para las diferentes zonas algodoneras del país, son los siguientes:

- Cundinamarca 75 a 95 kg/ha
- Tolima - Huila 80 a 95 kg/ha
- Valle del Cauca 70 a 90 kg/ha
- Litoral Atlántico 65 a 80 kg/ha
- Llanos Orientales 75 a 90 kg/ha

La fertilización nitrogenada se realiza normalmente aplicando una pequeña parte del N requerido formando parte de los fertilizantes compuestos (15-15-15 o 13-26-6) y, el N restante, como *sulfato de amonio* (21% de N y 24% de S), o como urea (45% de N), que son las fuentes de mayor eficiencia en algodonero. En algunas regiones se ha utilizado también el *NITRON-26.*

A medida que el nivel de la materia orgánica en el suelo sea menor del 2% y/o que el pH sea mayor de 7, es necesario incrementar la proporción de *sulfato de amonio* en la fertilización.

En el cultivo del algodón, los fertilizantes nitrogenados deben aplicarse entre la iniciación de la formación de botones florales, o unos días antes, y la formación de las primeras cápsulas, repartiendo la cantidad total por lo menos en dos aplicaciones y ubicando el fertilizante por un lado de los surcos, a 5-10 cm de la base de las plantas, sobre suelo húmedo. Así, generalmente se hace una primera aplicación entre los 15 y 30 días de emergidas las plantas y una segunda a los 20 ó 40 días después de la primera aplicación, según las condiciones del cultivo y del suelo.

b) *Fertilización fosfórica*
Con base en los resultados del análisis de suelos puede deducirse la conveniencia o necesidad de aplicar fertilizantes que contengan fósforo, para asegurar una buena producción de algodón-semilla. En los suelos ácidos como los del Meta, los fertilizantes fosfóricos son indispensables para lograr estos resultados.
Los requerimientos promedios, aproximados, para las diferentes zonas algodoneras del país, son los siguientes:

- Cundinamarca 30 a 50 kg P2O5/ha
- Tolima - Huila 20 a 60 kg P2O5/ha
- Valle del Cauca 10 a 30 kg P2O5/ha
- Litoral Atlántico 20 a 60 kg P2O5/ha
- Llanos Orientales 60 a 100 kg P2O5/ha

El resultado del análisis de suelos y la consideración de algunos factores, que enseguida se enuncian, permitirán definir la dosis de fósforo más adecuada para cada cultivo de algodonero. Las mayores respuestas al fósforo y la necesidad de dosis mayores en la fertilización del algodonero, se presentan bajo las siguientes circunstancias:

— Menores contenidos de P extractable en el suelo

— Valores de pH inferiores a 5,5 o superiores a 7,0
— Bajos contenidos de materia orgánica en el suelo
— Suelos de texturas gruesas
— Suelos con niveles de calcio muy altos
—

La fertilización fosfórica se realiza aplicando fertilizantes compuestos *NUTRIMON* como el 13-26-6 ó el 15-15-15, complementando la dosis requerida con *fosfato diamónico (DA P) cuya fórmula es 18-46-0 ó con superfosfato triple —TSP—(46% P2O5).*

En los suelos ácidos y para aplicación en presiembra, se ha utilizado con eficiencia *calfos y rocas fosfóricas*, preferiblemente en mezcla con TSP. En postsiembra o con la siembra se aplica DAP, TSP o fertilizantes compuestos. En suelos alcalinos se evita la utilización de DAP.

Los *abonos Nutrimon* tienen dos cualidades muy importantes para que sean utilizados con gran eficiencia en cultivos de algodonero:

—Son altamente solubles, garantizando una acción rápida y efectiva sobre las plantas, permitiendo su utilización en postsiembra.
— Poseen gránulos grandes y uniformes, permitiendo que el efecto y la disponibilidad de nutrientes sean continuos y prolongados.

Los fertilizantes fosfóricos de baja solubilidad se deben aplicar inmediatamente antes de la siembra, al voleo, incorporándolos con la última labor de rastrillo. Los fertilizantes solubles, como fuentes de P, se pueden aplicar fraccionados entre la siembra y durante los primeros 15 días de germinado el cultivo, localizándolos en la zona de raíces, por surcos, a unos 7-10 cm. de profundidad y de 5 a 10 cm. de las plantas o de las semillas, lateralmente.

La fertilización fosfórica postsiembra, con abonos solubles, es efectiva en suelos no ácidos ni calcáreos, que tengan buena percolación y que reciban después de la aplicación suficiente agua lluvia o de riego. Bajo condiciones contrarias disminuye su eficiencia, siendo más aconsejable aplicar toda la dosis con la siembra, en banda (localizado un poco más abajo y al lado de la semilla).

c) Fertilización potásica
Cada vez es más frecuente la necesidad de aplicar potasio a cultivos de algodonero para obtener no solamente altas producciones sino algodón de buena calidad. Con el fin de establecer la dosis adecuada para abonar el cultivo, es necesario tener en cuenta los resultados del análisis del suelo que se va a sembrar. Contenido de potasio extractable y, especialmente, de su relación con los niveles de Ca, Mg y Al activos, elementos que le son antagónicos.

Los requerimientos promedios, aproximados, para las diferentes zonas algodoneras del país, son los siguientes:

— Cundinamarca 15 a 30 kg K2O/ha
— Tolima - Huila 20 a 40 kg K2O/ha
— Valle del Cauca 45 a 90 kg K2O/ha
— Litoral Atlántico 20 a 40 kg K2O/ha

— Llanos Orientales 30 a 60 kg K2O/ha

La fertilización potásica se realiza con fertilizantes compuestos como el *Nutrimos* 15-15-15, complementados con *cloruro de potasio* (60% K2O) o con *sulfato de potasio* (48% K2O), para cubrir la dosis requerida.

PREPARACIÓN DEL TERRENO.

Se deberá remover el suelo hasta perfiles profundos para conseguir terreros mullidos y bien aireados. La maquinaria más utilizada es el subsolador con pases de cultivador o bien el empleo de la rastra o pulidor para otros terrenos más complicados. No se aconseja el uso de vertedera este implemento esta descontinuado, la labranza horizontal no es muy aconsejable ya que forma una suela de labor que impide el funcionamiento de una estructura de terreno correcta para el desarrollo de la planta de algodón. Se aconseja labranza vertical empleando el subsolador o renovador de pradera con brazos vibratorios.

En suelos arenosos la maduración de la cápsula del algodón es más precoz que en cualquier otro tipo de suelo debido a que presenta buena aireación para las raíces.

La preparación del suelo se bebe hacer de acuerdo a las propiedades físicas y químicas del mismo y de acuerdo a la especie vegetal.

SIEMBRA

Existen varias formas de siembra muy utilizadas:

a) Siembra directa a campo abierto.
b) Siembra con acolchado de plástico (muy eficiente, pero por su alto costo no es apto para nuestro país).
c) Siembra sobre lomo.

A).Siembra a campo libre.

Este tipo de siembra es muy utilizada en zonas de regadío y de secano. Se utilizan sembradoras de chorrillo para la siembra mecanizada. Las dosis de siembra son de 8 a 10 unidades por golpe. Las semillas van pasando por las perforaciones de los discos de la sembradora y conforme avance la sembradora se van distribuyendo en hilera las semillas a lo largo del terreno y a unas distancias exactas unas de otras.

Se aconseja que las semillas estén cubiertas por una capa de tierra de 3 a 4 cm de espesor para que sea más fácil la germinación de la semilla. De esta forma los cotiledones podrán desarrollarse y emerger al exterior del terreno.

C) Siembra en lomos:

La siembra en lomos permite un oreo del terreno y una mayor acumulación de temperaturas en el terreno sin pérdidas de excesivas de la humedad. Con terrenos llanos y unas lluvias frecuentes se

originarían encharcamientos en los suelos de cultivo que acabarían con la plantación, en cambio, terrenos alomados el agua circularía por el valle del lomo y la planta no moriría por asfixia.

Las últimas tendencias son efectuar una siembra temprana para igualmente, realizar una recolección temprana con un mayor rendimiento,

El alomado es una técnica utilizada por muchos agricultores que consiste en construir un perfil en el terreno con unas crestas con valles sucesivos. Los valles permiten evitar el encharcamiento que pudiera ocasionar las lluvias.

MARCO DE SIEMBRA.

El marco de plantación que se realiza es de 0.95 m entre hileras para recolección mecánica
Para cultivos en secano se recomienda un ancho de siembra de 0.75 a 0.80 m de distancia entre hileras ya que la recolección se realiza a mano.

ACLAREO.

Cuando las plantas de algodón alcanzan un tamaño de 5 a 10 cm de altura se procede al aclareo. En él se pretende eliminar un número concreto de plantas que interfieren unas con otras dejando de este modo unas 10 plantas por metro lineal, es decir, una plantación de 100.000 plantas/ha. Es una operación que se realiza a mano por lo tanto supone un costo en mano de obra.

DESPUNTE.
Al comienzo de la formación de la cápsula se debe detener el desarrollo vegetativo de la planta. Para ello se realiza el despunte que consiste en cortar a mano los extremos o brotes herbáceos de las ramas más altas.

En caso de no realizar el despunte de forma manual se pueden utilizar productos químicos que originen disminución en el crecimiento de la planta como es el caso de Cloruro de 1, 1-dimetil piperidinium.

SANIDAD

PLAGAS

Control del picudo (Anthonomus grandis)

El picudo del algodonero es la plaga más importante de este cultivo. En regiones algodoneras su control se dan en promedio 11 aplicaciones de insecticida al encontrarse cuando menos un 8% de cuadros dañados.

La temperatura es el principal factor que determina la velocidad de desarrollo de insectos y plantas. El desarrollo de estos organismos es más rápido cuando la temperatura se incrementa por arriba de 12° C.

El control químico sólo es efectivo cuando se dirige a los adultos. Se tienen buenos resultados al eliminar con insecticida a los adultos de origen invernante, cuando estén depositando los primeros huevecillos de la temporada, repitiendo esta actividad cada 330 unidades calor, con lo que eliminan los adultos de cada generación en el momento en que se inicia el daño por oviposición.

Debido a que los adultos invernantes no llegan al cultivo en forma conjunta, ocurre un traslape de generaciones por lo tanto es necesario más de una aplicación de insecticida por generación a intervalos de 44 unidades calor.

Esta tecnología de control se ha evaluado a nivel experimental en cuatro ciclos del cultivo. Durante este tiempo se ha observado que pueden ocurrir de tres a cuatro generaciones, lo cual depende del inicio de la época de lluvias. Dos aplicaciones por generación es lo que económicamente ha dado mejor resultado.

Una ventaja adicional de esta tecnología es la factibilidad del uso del control biológico dirigido a otras plagas, como gusano bellotero, ya que se tienen alrededor de 20 días libres de agroquímicos entre cada generación de picudo. Productos químicos:

Ingrediente activo	Producto comercial	Dosis/ha
Azinfos metílico	Gusatión 35 PH	0.8-1.4 Kg.
Carbaril	Sevin 80 PH	2.0-2.5 Kg
Ciflutrin	Baytroid 050 CE	0.75-1.0 Lt
Endosulfan	Thiodan 35 CE	1.5-2.0 Lt
Fluvalinato	Fluvalin 2 E	0.4-0.5 Lt
Lambda cialotrina	Karate	0.4-0.6 Lt
Malatión	Malatión 1000	1.5-2.0 Lt
Monocrotofós	Azodrin 5	1.0-1.5 Lt
Paratión metílico	Folidol M-72	0.75-1.5 Lt
Oxamil	Vydat C-LV	0.5-0.8 Lt

La tabla muestra insecticidas autorizados para el control del picudo del algodonero. (INIFAP, 1997)

Otras plagas que afectan al cultivo de algodón son las que se muestran en la siguiente tabla:

Plaga	Efecto	Control	
Gusano bellotero (Heliothis zea)	Dañan cuadros y bellotas	Cucacrón 500 E l Lannate 90%	1.75 0.4

		Kg. Epenthion 500 2.0 l Lorsban 480 E 1.5 l
Gusano tabacalero (Heliothis virescens)	Dañan cuadros y bellotas	Lannate 90% 0.4 Kg. Epenthion 500 2.0 l
Gusano peludo (Estigmee acrea)	Defolian la planta	Lucavex 80% 1.0 Kg. Paratión 50% 1.5 l Nuvacrón 60 E 1.5 l
Pulga saltona (Pseudatomescelis seriatus)		Lannate 90% 0.4 Kg. Tamarón 600 E 0.75 Kg. Temik 10 G 5 a 10 kg Paratión metílico 50% E 1.0 L Mavridrín 60 E 1.0 l
Gusano rosado (Petinophora gossypiella)	Al desarrollarse la larva en los botones florales une las puntas de los pétalos.	Servín 89% P H 2.0 Kg Gusatión metílico 25% E 3.0 L Gelathion 50%E 2.0 L Azodrín 5 o Nuvacrón 60 E 1.0 l
Falso medidor (Trichoplusia ni)	El daño provocado por las larvas se observa al ver rasgado el follaje	Furadan 75 P H 1.0 Kg Tamarón 600 E 1.0 kg
Picudo (Antrhonomus grandis)	Se alimentan de brácteas, cuadros y bellotas del algodón.	Gusatión metílico, C E 25 % 1.5 l Malatión 96 UBV 1.5 l Parathion metílico 900 1.0 l
Gusano soldado (Spodoptera exigua)	Se alimentan del follaje y de los tallos tiernos de las hojas.	Lannate 90% P H 0.4 kg

		Curacrón 500 E 2.0 l
Mosquita blanca (Bemisia tabaci)	Es transmisora de virus.	Curacrón 500 1.5 l Carbitrón 100 1.5 l
Araña roja (Tentranychus spp.)	Se establecen en las venas succionando la savia.	Gusatión etílico 500 C E 1.0 L Acricid 40 1.0 L
Trips (Hercothrips spp.)	Raspan y succionan las yemas terminales de las plantas.	Dimecrón 100 E 0.5 l Dimetoato 40 E 0.5 l

(Sánchez, 80)

El desarrollo de variedades de algodón transgénicos que contienen el Bacillius thuringiensis es posible que altere dramáticamente los programas de MIPA (Manejo Integral de Plagas en Algodón) en el futuro cercano. Material genético está siendo incorporado a variedades comerciales. Investigaciones iniciales indican altos niveles de control de Heliothis virescens. Otras plagas particularmente Helicoverpa zea y Spodoptera spp. son menos susceptibles.

HONGOS

Las causas de aparición de hongos patógenos como Pythium, Rhizoctonia, Alternaria, Fusarium y Verticillum son:

? Falta de rotación de cultivos
? Fechas de siembra tempranas sin tratamientos preventivos

Se deben considerar los factores como clima, tipo de suelo, rotación de cultivos y fechas de siembra para determinar la relación entre hongos y plantas.

Control preventivo

Como control preventivo se pueden realizar las siguientes actividades:

-Desinfección del suelo

-Uso de variedades resistentes

-Rotación de cultivos

-Aireación del suelo

-Aplicación de fungicidas al suelo y a la semilla (ya tratada)

Control correctivo

Como control correctivo existen tratamientos aplicados en la semilla, al suelo, al fondo del surco durante la siembra y foliares.

ENFERMEDADES

Enfermedad	Vector	Efecto	Control
Tizón bacteriano	Xanthomonas malvacearum.	a) lesiones en las plántulas, aparecen manchas acuosas en los cotiledones, b)lesiones foliares, mancha angular de la hoja, c)lesiones en tallos y ramas, cáncer bacteriano, d)lesiones en capullos y cápsulas, manchas hundidas. La entrada de la bacteria se origina a través de aberturas naturales y heridas.	El control de la enfermedad es por tratamiento químico y desinfección de la semilla.
Pudrición texana	*Phymatotrichum omnivorum*	La enfermedad se observa a partir de la formación de las primeras hojas verdaderas y continua a través de todo el ciclo vegetativo de la planta. Generalmente la aparición de los síntomas coinciden con condiciones húmedas en el medio ambiente . los primeros síntomas consisten en amarillamiento y bronceado de las hojas las que al principio se marchitan ligeramente. La marchitarse completamente adquieren un color café y quedan adheridas a la planta. La pudrición de la raíz es evidente abajo del nivel del suelo, el cambium y la corteza adquieren tonalidades obscuras y se desprenden fácilmente, mientras que las raíces enfermas muestran una masa de micelios color café claro donde se forman los esclerocios. Hay un polvillo que se observa a simple vista al nivel del suelo cerca de las plantas mueren en el campo en áreas	Los barbecheos profundos son necesarios para airear el terreno; debe establecerse un buen programa de erradicación de malas hierbas. El patógeno se proponga mediante suelo infestado y plantas enfermas. Se multiplica rápidamente suelo cálidos y secos y muy lentamente a un PH de 6.0 y su reproducción se detiene cuando el valor es mas bajo.

		circulares que van aumentado de tamaño a medida que progresa la estación del cultivo.	
Pudrición de las plántulas	Rhizoctonia solani	Produce necrosis del tallo y pudrición de la raíz	Se controla con el uso de semilla sana y certificada y con buenos drenajes.
Marchitez	Fusarium oxysporum	El tejido foliar se torna flácido y se observa marchitez en las hojas	Se recomienda variedades resistentes, erradicar las plantas enfermas y rotar los cultivos.
Antracnosis	Glomerella gossypii	Las hojas cotiledonales se tornan rojizas; se observan pequeñas manchas aceitosas en las cápsulas y las semillas negras y quebradizas.	Se recomienda usar variedades resistentes, excelente control de malezas y tratamiento de semillas.
Fusarrosis		frena el crecimiento de la planta, origina un amarillamiento del forraje y sus hojas son muy débiles.	
Verticilosis		Desarrolla un obscurecimiento de las hojas, las cuales se arrugan y debilitan, provoca una maduración precoz de la planta, pero sin desarrollar las cápsulas.	

MALEZAS

Las malezas limitan la calidad del algodón y puede afectar el rendimiento del cultivo hasta en 50 % de su capacidad, especialmente cuando la infestación ocurre en las primeras seis semanas de su establecimiento.

Dentro de las especies de hoja angosta, la maleza más común en el sur de Tamaulipas es el zacate Jonson Sorghum halapense, el zaca cadillo Cenchrus spp, el zacate lagunero Echinochloa colona y la gramilla Cynodon dactylon. En cuanto a las especies de hoja ancha es común el amargoso Parthenium histerosporus, la lechosa Euphorbia spp, la correhuela Ipomea spp, el meloncillo Echinocystis lobata, el polocote Helianthus annuus y el quelite Amaranthus hybridus.

Las malezas que prosperan al lado del cultivo del algodonero son típicas de cada región y se incluyen en los grupos denominados hoja ancha, como la campanilla (Ipomoea conmutata), gramíneas y ciperáceas, como el coquillo (Cyperus rotundus).

La lucha contra estas plantas indeseables se hace a través de la prevención y el control. Con la prevención se evita su diseminación, en tanto que con el control se busca disminuir o eliminar la población. Se controlan mediante la eliminación manual o mecánica, el uso de materiales inertes, como papel, aserrín o paja, control biológico y control químico.

En muchas ocasiones estas especies se controlan bien con escardas o cultivos; sin embargo, cuando la maleza crece en la línea de siembra el control se dificulta. Esta situación se puede complicar cuando se presentan periodos largos con exceso de lluvia, ya que se reduce la eficiencia del deshierbe. Cuando esto sucede, el problema puede ser solucionado con la aplicación de herbicidas preemergentes o postemergentes. Los primeros controlan malezas de hoja angosta y ancha y los segundos pueden ser específicos para hoja angosta, hoja ancha o para ambos tipos.

En el control químico se utilizan herbicidas de presiembra como la trilfluralina, aplicados o incorporados al suelo antes de la siembra, herbicidas preemergentes con alaclor, diurón o fluorometurón, metolaclor, prometrina, aplicados inmediatamente después de la siembra y antes de la germinación del algodonero y las malezas, herbicidas postemergentes con fluazifup bati o sethoxydim, aplicados luego de la germinación del algodonero y otras malezas.

Herbicidas preemergentes:

Herbicidas preemergentes	Dosis gr. I.A./ha.		% de control	
	Aplicación total	En banda de 40 cm.	Maleza de hoja: Angosta	Ancha
Pendimetalín 330 CE	825 (2.5 lt) 666 (2.0 lt)	363 (1.1 lt) 290 (.879 lt)	98 96	82 68
Fluometurón 80 PH*	2400 (3.0 kg) 1600 (2.0 kg)	1040 (1.3 kg) 696 (870 g)	95 93	85 83
Fluometuron 80 PH* + Pendimetalin Metolaclor 960 CE	800 + 495 (1 kg + 1.5 lt) 2400 (2.5 lt)	347 + 222 (434 g + 675 ml) 1056 (1.1 lt)	95 94	66 67
Prometrina 50 PH* Diuron 80 PH*	1500 (3 kg) 800 (1 kg)	650 (1.3 kg) 348 (436 g)	91 73	72 80

*PH = Polvo humectable
() = Dosis producto comercial
I.A. = Ingrediente activo.
(INIFAP, 1997)

El herbicida que logra un mejor control el Pendimetalín 400CE, con una dosis de 666 a 825gr. de I.A./ha en la aplicación total o de 290 a363gr de I.A./Ha en bandas de 40cm. Con este producto se logra un control de 96 a 98 % en el caso de maleza de hoja angosta y del 68 al 82% en el caso de hoja ancha.

Se recomienda en todos los casos aplicar por lo menos 200lts. De agua por ha y acidificar la solución a un pH de entre 5 y 6; también se debe cuidar que el tapo de siembra sea uniforme y con una profundidad de 5 a 7cm., para evitar que el herbicida llegue a las raíces del cultivo. De igual forma se sugiere realizar las aplicaciones en banda, ya que presenta la ventaja de ahorrar hasta el 60% de la inversión en el producto.

Herbicidas postemergentes:

Herbicida postemergentes	Dosis g .I.A./ha	Tipo de maleza	Época de control
Quizalofop-etil	96-144 (1-1.5lt)	Hoja angosta	Cuando se tenga maleza de 4 a 6 hojas o de 10-12cm de altura
Sethoxydim	184-276 (1-1.5lt) Agregar de 1.0 a 2.0lt De aceite mineral	Hoja angosta	
Fluazifop-p-butil	184-276 (1-1.5lt) Agregar 7.5cc de surfactante no iónico por cada litro de mezcla.	Hoja angosta	
MSMA	1920 a 2400 (4-5lt)	Hoja angosta y ancha	Cuando se tenga maleza desarrollada en la calle

(INIFAP, 1997)

En el caso de maleza de hoja angosta se sugiere aplicar Quizalofop-etil en dosis de 96 a 144gr. de I.A./ha en aplicación total. Otros herbicidas que pueden utilizarse son Sethoxydim en dosis de 184 a 276gr. de I.A./ha más 1 a 2lts. Por ha de aceite mineral y Fluazifop-p-butilen dosis de 125 a 187.5gr de I.A./ha más un buen sulfactante no iónico con una dosis de 7.5cm3/lt de mezcla.

Aplicar cualquiera de los herbicidas mencionados mientras la maleza no sufra estrés por falta de humedad y cuando tenga un desarrollo de 4 a 6 hojas o 10 a 12cm de altura. Estos productos no son fitotóxicos para algodonero y son específicos para controlar zacates.

En el caso de herbicidas postemegents para el control de maleza de hoja nacha y angosta el uso de MSMA, en aplicaciones dirigidas al cierre del cultivo, con 1920 a 2400gr. de I.A./ha. Este producto controla eficientemente correhuela, amargoso, polocote y otras especies, recomendando que el herbicida cubra completamente la maleza y se proteja al algodonero equipando la aspersora con una campana plástica, de PVC o de lámina galvanizada.

Impacto económico

Las malezas limitan la calidad del algodón y puede afectar el rendimiento del cultivo hasta en 50 % de su capacidad, especialmente cuando la infestación ocurre en las primeras seis semanas de su establecimiento lo cual se traduce a una disminución considerable en la utilidad obtenida (aprox 50%) y en la rentabilidad del cultivo, pero como ya se menciono, solo es en cierta etapa del cultivo.

COSECHA

Manejo del cultivo previo a la cosecha

Es importante tener presente algunas recomendaciones relacionadas al manejo del cultivo a efectos de poder asegurar desde el punto de vista operativa una tarea adecuada. Debe seleccionarse la variedad recomendada para cada área y cada suelo. El cultivo no debe superar los 110 cm de altura, caso contrario debe aplicarse reguladores de crecimiento.

La densidad de siembra, si se utilizará cosecha mecánica con sistema de despojadores o "picker", debe estar entre 80.000 a 130.000 plantas por hectárea. El distanciamiento entre surcos debe ser adecuado para la máquina que se utilizará, con una tolerancia de más o menos 3%.

El terreno debe estar bien nivelado, previendo cabeceras amplias para la maniobra de la cosechadora.

Fundamental efectuar un control apropiado de malezas y de insectos.

No deben realizarse aporques en las cultivadas, limitando a un mínimo la elevación de suelo sobre la base de las plantas, de esta manera se logrará una mejor cosecha de los capullos inferiores.

Se debe aplicar defoliantes, atendiendo a las condiciones del cultivo y al plan de cosecha, a fin de facilitar la apertura y maduración reduciendo al mínimo el riesgo de rebrote.

RECOLECCIÓN MANUAL.

La recolección del algodón se realiza de forma manual con la aparición de las primeras cápsulas abiertas. La forma de recolección manual es muy sencilla consiste en recolectar el algodón de la planta introduciéndolo en unos sacos hasta alcanzar un peso próximo de los mismos de 25 kg. Los sacos se cargan en remolques, donde después son llevados a la fábrica o factoría. La recolección manual es de mayor calidad ya que el algodón recolectado es más limpio. Pero el inconveniente radica en la mano de obra que es más costosa que empleando maquinaria.

Hoy en día constituye el método de cosecha preponderante de los productores minifundistas y en los sistemas de productores familiares; en los otros sistemas de producción pierde relevancia como consecuencia del avance de la cosecha mecánica.
Pese a tener su importancia social, desde la perspectiva de producción incrementa los costos en insumos (bolsas) y en mano de obra, además de espacio para el almacenaje en chacra. Por esta

razón es común que el algodón embolsado se apelmaza al máximo para aprovechar al máximo la capacidad de almacenamiento y de transporte.

RECOLECCIÓN MECÁNICA.

Existen dos tipos de recolección mecánica: la cosechadora de cápsulas y la cosechadora de fibra. Las cápsulas son recolectadas cuando están totalmente abiertas.

La cosechadora de cápsulas extrae las cápsulas de la planta por un mecanismo de arranque y posteriormente se realiza un mecanismo de limpieza que separa las brácteas de la cápsula de lo que es el algodón en sí. La recogida se efectúa en una sola pasada.

La cosechadora de fibra realiza la extracción del algodón bruto mediante un "husillo"de acero con el cual arrastra mediante giro las fibras de algodón y hace que se separe por completo de la bráctea. Posteriormente un mecanismo de la cosechadora denominado peines, retiran las fibras de los husillos o vástagos y las introducen mediante una trompa de aire a la tolva de la maquinaria.

Condiciones del algodón para la cosecha

Sin tener en cuenta los deterioros que puedan haber ocurrido durante el desarrollo de las cápsulas, ya sea por acciones climáticas, de insectos o enfermedades, la máxima calidad del producto se tiene en el momento de su apertura, momento oportuno para realizar su recolección. Para un almacenamiento seguro, la humedad del algodón recolectado no debe superar el 10%, lo que en algunas áreas se lograría a partir de las 9 o 10 horas en días de sol. En caso contrario es necesario secar inmediatamente el algodón cosechado.

Un cultivo sin malezas y con eficiente defoliación permitirá una cosecha mecánica con mínimas impurezas, factor importante por cuanto las mismas tienen una influencia directa sobre el contenido de humedad.

Las impurezas, verdes o secas, habitualmente poseen un contenido de humedad mayor que el algodón cosechado, al mezclarse en su recolección y posteriormente en el almacenamiento, se equilibrará la humedad de ambos, tornándose muy húmedo el algodón para el almacenamiento seguro o para un desmote apropiado. En caso de efectuar la recolección de forma manual, utilizar maletas o bolsas de algodón para evitar la contaminación. No use envases de polipropileno o yute.

Algunas recomendaciones para la operación en la cosecha mecánica

En los sistemas de cosecha con despojadores no bajar excesivamente los tambores cosechadores a nivel de suelo para evitar desgaste innecesario.
El régimen de r.p.m del motor debe ser el recomendado por el fabricante.
Regular la placa de presión y el distanciamiento según el tipo de planta.
Las púas y los despojadores deben estar en perfecto estado, sin desgaste.
Usar sólo el agua necesaria para humedecer las púas.
Mantener limpias las rejillas de la tolva y los tambores cosechadores.

Manejo del producto cosechado

El objetivo es lograr el mejor acondicionamiento del algodón cosechado mediante el manejo apropiado de tal manera que permita un seguro almacenamiento hasta el momento de alimentar el sistema de desmonte.

Manejo del algodón a granel en acoplados: Surgió como alternativa el uso del embolsado. Consiste en :

Recibo del algodón directamente de las maletas de los cosecheros en acoplados jaulas, ubicados en la cabecera de los surcos.

Manejo del algodón a granel mediante implementos neumáticos portátiles "Rembert" acoplado al tractor para su almacenamiento temporario a granel en galpón.
Carga a granel del algodón en camión y/o acoplado jaula mediante el mismo implemento, para su transporte a desmotadora.
Presenta las siguientes ventajas: elimina el empleo de bolsas; la utilización del implemento neumático permite obtener algodón más esponjosos y limpios lográndose mejoras en la tipificación y mayores rendimientos en el desmote; al suprimirse el manipuleo de las bolsas en las desmotadoras se reducen costos y aumenta la eficiencia de descarga.

Manejo del algodón a granel, en módulos:

El empleo de la cosecha mecánica conduce a la concentración de producto cosechado en un corto plazo de tiempo y agravado por la capacidad de almacenamiento en chacra. Este problema se solucionó con el sistema de manejo, almacenamiento y transporte del algodón a granel por medio de "módulos". El sistema tiene las siguientes características:

Permite que la operación de cosecha sea un proceso independiente del desmote.
El algodón es compactado por un dispositivo especial a una densidad de 192 a 224 kg./m
Los módulos pueden almacenar entre 10 a 20 ton de algodón y son elaborados en la cabecera de los surcos.

Se los transporta a desmotadora mediante camiones y/o acoplados especiales.
Se necesita un dispositivo "fabricador de módulos" y el acoplado o camión para su transporte.

Precauciones a tener en cuenta

El algodón no debe almacenarse con más de 10% de humedad. Se debe controlar la humedad del algodón antes y durante la cosecha.
Un algodón para ser almacenado, se recomienda cosecharlo únicamente cuando la humedad relativa ambiente sea inferior al 60%. En estas condiciones el algodón alcanza un contenido de humedad aproximado del 10%, la semilla del 12% y la fibra del 8%. En la figura siguiente se presenta el equilibrio de los contenidos de humedad de la fibra, algodón y semilla a diferentes humedades relativas.
Determinaciones realizadas por la Estación Experimental del INTA P.R. Sáenz Peña determinaron que para alcanzar los valores anteriores de humedad en el algodón, fibra y semilla

para almacenar, la cosecha debería realizarse entre las 11 y las 18 horas cuando esta se realiza en el período de febrero-marzo. Si no fuera así debe ser desmotado de inmediato o proceder a su secado para un almacenamiento seguro.
La calidad de la semilla también se deteriora si la relación entre el contenido de humedad y el tiempo de almacenamiento no es conocida. En el cuadro siguiente se indica cual es el tiempo de almacenamiento seguro en función al contenido de humedad de la semilla.

Calidad del algodón

Una elevada proporción de la producción nacional se comercializa como algodón en bruto y en el país no existe un sistema oficial de tipificación para su comercialización. Algunos desmotadores establecen sus propios patrones sobre la base del color y contenido de materias extrañas, esto les permite obtener lotes de fardos uniformes después del desmote.

En otros casos se adoptó un método más idóneo que consiste en obtener muestras representativas de las partidas entregadas por el productor; estas muestras son procesadas en "microdesmotadora". Con este proceso se obtiene el rendimiento de desmote y la fibra con la cual se determina su calidad comercial (grado y largo). En base a estos valores el productor recibe la liquidación de la partida de algodón entregado.

Calidad de la fibra

La clasificación de la fibra se efectúa basándose en la división comercial realizada por expertos clasificadores quienes por medio del tacto y la vista determinan tres factores; grado, largo y carácter de la fibra.

Grado: Lo definen los siguientes elementos: color, materias extrañas y calidad o preparación del desmote. Existen "Patrones Oficiales de Calidad Comercial de la Fibra de Algodón", que se compone de siete grados "A", "B", "C", C 1/2", "D" "D1/2", "E" y "F", los que periódicamente son actualizados de acuerdo con la evolución que experimenta la calidad del algodón argentino

Largo: Se determina por medio del peinado manual de un mechón de fibra y representa la longitud media de las más largas, expresada en pulgadas o milímetros.
Carácter: Agrupa a un conjunto de propiedades de la fibra, tales como la finura y madurez, uniformidad del largo, resistencia, sedosidad, cuerpo, etc. y su clasificación se engloba dentro de los términos, malo, regular o bueno.

Cabe aclarar que existe instrumental específico para determinar con mayor precisión algunas propiedades de la fibra, tales como: longitud y uniformidad (Fibrógrafo); resistencia (Pressley); resistencia y alargamiento (Stelómetro); finura-madurez (Micronaire), entre otros. Sin embargo y a excepción de los índices dados por el Micronaire y, en menor medida, por el Pressley, la difusión y uso a nivel comercial e industrial de estos instrumentos es limitada, entre otros factores por que no resultan suficientemente expeditivos.

A fines de la década del sesenta aparecieron en el mercado de los EE.UU. de América los primeros instrumentos denominados "de alto volumen" (HighVolumeInstrument), conocidos más comúnmente por HVI. Los mismos constituyen un importante avance ya que integran en un solo

equipo las mediciones dadas por los instrumentos individuales y posibilitan la rápida evaluación de un gran número de muestras de fibra (aproximadamente 100/hora, con dos operarios). Permiten disponer en forma expeditiva de registros sobre el color, brillo, contenido y tipo de materias extrañas, longitud, uniformidad, resistencia, alargamiento e índice micronaire.

BINLIOGRAFIA

Andrade, J.E. y D.A. Meléndez, 1981. Respuesta del algodonero a la fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio en un suelo de Armero, Tolima. Universidad del Tolima, Ibagué, Tesis de grado, 71 p. (Mecanografiado).

Cabarcas, J. de J. y J. Arroyo, 1979. Estandarización de métodos y cultivos frente al fósforo en suelos de Valledupar. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja. Tesis de grado. 268 p. (Mimeografiado).

Calderón, F., 1978. Nutrición mineral del algodón. El Emisor Agropecuario (Colombia).

Cárdenas, A., 1973. Fertilización del algodón en la Costa. Revista Nacional de Agricultura (Colombia) No. 796, p.

Cepeda, R. y otros, 1979. Cómo fertilizar el algodonero en la Costa Atlántica. El Algodonero, No. 134 p. Federalgodón, Bogotá.

Chaves, R. y otros, 1965. Estudio de la incidencia del riesgo sobre la fertilización nitrogenada en el cultivo del algodón. En III Congreso Nal. de Ing. Agr., Manizales. Ponencias y Conclusiones. 53 p.

Chaves, R., 1961. Factores que inciden en el rendimiento del algodonero en Colombia. In, Studies of factors affecting cotton yields. International Cotton Advisory Committee. Washington.

Frye, A.,1981. Interpretación de la disponibilidad de potasio, en suelos algodoneros, mediante la relación K/ N/Ca + Mg/2 Memorias del I Congreso Nacionalde la Ciencia del Suelo (Villavicencio). S.C.C.S., Bogotá (en prensa).

_____ 1981. El complejo Alternaria. Combátalo y obtenga más algodón con mejor calidad. El Algodonero, No. 156 P, Federalgodón, Bogotá.

Frye, A. y otros, 1981. Diagnóstico de la fertilidad y requerimientos de fertilización para los suelos algodoneros de Colombia. Memorias del I Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo (Villavicencio). S.C.C.A., Bogotá (en prensa).

Gómez, J.A., 1980. Aplicación de abonos al suelo. En Fertilidad de suelos, diagnóstico y control. S.C.C.S., Bogotá, pp. 307-317.

Gómez, J., 1979. La fertilización del algodón. El Algodonero, No. 130, p. Federalgodón, Bogotá.

Guerrero, R. 1980. La recomendacion de fertilizantes. Fundamentos y aplicaciones. En, Fertilidad de suelos, diagnóstico y control. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo, pp. 225-305.

Instituto de Fomento Algodonero, 1967. Relaciones suelo-agua-planta en cultivos de algodón. In, 26 the plenary meeting the International Cotton Advisory Committee. Amsterdam. Washington, pp. 217-221.

La-Rotta, G., 1980. Control de la productividad del suelo mediante el establecimiento y análisis de modelos generalizados de respuesta. En Fertilidad de suelos, diagnóstico y control. S.C.C.S., Bogotá, pp. 327-352.

La-Rotta, G.A., 1979. Evaluación económica de la fertilización del cultivo del algodonero para el Valle del Alto Magdalena (una aplicación metodológica). Bogotá, Revista ICA 14 (1): 41-50.

León, A., 1972. Resultados preliminares sobre la fertilización del algodonero en algunas regiones de Colombia. Palmira, ICA. 27 p. (mimeografiado).

León, A. y otros, 1971. Resultados preliminares sobre la fertilización del algodonero en algunas regiones de la Costa Atlántica. Bogotá, ICA, 14 p. (mimeografiado).

Marín, G., 1978. Suelos y recomendaciones sobre fertilización del algodonero. En Foro Tecnológico algodonero, ICA, compendio No. 27. Bogotá, pp. 62-78.

Montaño, J. y F. Herrón, 1969. Reacción del cultivo del algodonero a la aplicación de fertilizantes (NPK) y la influencia de algunos factores en ella. Federalgodón, Bogotá, 64 pp.

Montaño, J. y otros, 1964. Aplicación de fertilizantes en el cultivo del algodonero.
Federalgodón, Espinal. Boletín Técnico No. 1 Ed. Mercurio, 73 pp.

Owen, E.J. y otros, 1978. Efecto del aluminio en el desarrollo del algodonero, en el departamento del Meta. Bogotá, revista ICA. 13 (2): 229-237.

Perdomo, J., 1979. El análisis foliar en la fertilización del algodonero, No.132, p. 16. Federalgodón, Bogotá.

Quintero, R. y O. Martínez, 1975. Fertilización del algodonero en suelos del sur del Cesar. Bogotá, revista ICA. 9 (3): 307-318.

Reyes, J., 1979. Contribución al diagnóstico foliar del algodonero en algunos suelos del Tolima Sur. Universidad del Tolima, Ibagué. Tesis de grado.111 p. (mecanografiado).

Ruiz, V., 1966. Investigaciones en algodón, ajonjolí, palma africana y cocotero.
Agr. Trop. (Colombia). No. 22, pp. 451-459.

Sánchez, L.F. y otros, 1979. Fertilización del algodonero en suelos de vega de los Llanos Orientales. El Algodonero, No. 132, pp. 12-15. Federalgodón, Bogotá.

FERTILIZACIÓN EN PALMA AFRICANA

INTRODUCCIÓN

El cultivo de palma africana es de gran importancia en Colombia, ya que es el cultivo que más aceite y energía produce por hectárea. Aporta el 70% de la producción total en aceites vegetales.

Por su adaptación a zonas de altas precipitaciones y suelos de baja fertilidad, se siembra en zonas marginales. El establecimiento de las plantaciones en estas áreas, representa generación de empleo, implementación de obras de infraestructura, mejoramiento del nivel de vida.

Es necesario escoger los mejores suelos para el cultivo y así se reducen las inversiones. Uno de los costos más altos en el cultivo es la fertilización. Para reducir los costos de los fertilizantes es necesario hacer investigación en las plantaciones y así obtener las dosis óptimas para usarlos eficientemente.

Este trabajo sobre fertilización de la palma africana está basado en la revisión de literatura tanto nacional como de otros países tropicales; investigaciones llevadas a cabo por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) y observaciones hechas a nivel de campo. Se hace énfasis en las características del suelo, el estado nutricional de la palma, la importancia de los diagnósticos de los requerimientos nutricionales y el uso eficiente de fertilizantes. Se espera que este documento contribuya a aumentar la producción y la productividad de la industria palmera y sea un aporte a la consulta de los asistentes técnicos dedicados al cultivo de la palma africana.

ANÁLISIS DEL SUELO

El análisis químico de suelos es muy útil para escoger suelos fértiles para el establecimiento del cultivo; para determinar las necesidades nutricionales a largo plazo y ayuda a interpretar y diagnosticar los requerimientos de los fertilizantes. En cultivos perennes el análisis de suelos no es tan preciso para determinar los requerimientos de fertilizantes como en los cultivos anuales ya que: a) Por ser la palma africana un cultivo perenne, este puede absorber nutrimentos no disponibles en el momento del análisis por absorción posterior de las arcillas y la materia orgánica; b) Existe un gran volumen de suelos donde las raíces extraen los nutrimentos
y el muestreo de suelos no logra tomar una muestra representativa (parecido a la distribución de las raíces) para realizar un análisis representativo y c) la disponibilidad de los nutrimentos varía con el clima especialmente por la precipitación y la temperatura. Sin embargo, es necesario escoger los suelos que contengan el mayor contenido de nutrimentos para reducir la necesidad de los fertilizantes o saber con anterioridad las necesidades de ellos.

Nitrógeno

El contenido de nitrógeno depende del contenido de materia orgánica y éste depende de los antecedentes del suelo (vegetación o cultivo anterior). En suelos tropicales su reserva es muy baja (a excepción de los suelos orgánicos). El contenido de nitrógeno en el suelo debe ser entre 0,1% - 0,4% y tener entre 0,5% - 3.0% de carbono (14). Tanque (23) encontró correlación positiva significativa entre los rendimientos y el contenido de N en el suelo. Contenidos altos de nitrógeno reducen la formación de inflorescencias femeninas y causa el disturbio fisiológico mal de juventud y hoja pequeña (28).

Fósforo

Ataga (1) basado en la respuesta absoluta de rendimiento, rendimiento relativo y absorción de fósforo encontró que el fósforo del suelo determinado por el método de Bray II se pueden agrupar los suelos en tres rangos de respuesta al fósforo:

a) Suelos con contenido muy bajo de fósforo y una alta probabilidad de respuesta a la fertilización fosfórica: P < 5 ppm.

b) Suelos con contenido moderado de P y con una mediana a baja probabilidad de respuesta a fertilización fosfórica: P 5-10 ppm.

c) Suelos con contenido relativamente alto y con una baja o no respuesta a la fertilización fosfórica: P > 10 ppm. El contenido de fósforo en el suelo es importante pero su relación con otros nutrientes también lo es (N/P; K/P) ya que en exceso puede producir deficiencia de boro (hoja pequeña) (28).

Potasio

La disponibilidad del potasio depende del material parental. Suelos derivados de areniscas y granito son pobres en potasio, en cambio los de origen volcánico y aluviales son ricos. También depende de la mineralización e intensidad de ella. Las arcillas de tipo 2:1 como illita, montmorillonita y vermiculita generalmente son más ricos en K que los de tipo 1:1 como la caolinita y ésta más que la gibsita y goethita. La precipitación influye entre más arcilla y mineralizados, textura más gruesa y más precipitación, habrá más pérdida del potasio por lixiviación. Las cenizas y residuos de los bosques son ricos en potasio. El potasio (15) influye en el número de racimos por palma y el peso medio del racimo. El nivel en el suelo debe ser mayor de 0,15 - 0,20 me/100 g. Además del contenido alto de potasio es ventajoso que los suelos tengan una relación Mg/K<4 para palmas jóvenes y Mg/K<2 para palmas adultas (15).

Calcio

Hay correlación positiva y significativa entre el rendimiento y el contenido del calcio en el suelo (23).

Calcio y magnesio

Al igual que el potasio, la disponibilidad del magnesio y calcio depende del material parental, la precipitación y la mineralización. La arcilla de tipo 2:1 generalmente contiene más bases que la de tipo 1:1 y éstas más que las arcillas amorfas. Además es esencial la relación de estas bases en el suelo:
Ca/K > 2 Olivin (13) y Ollagnier (15)
M/K > 2 (arcillas 2:1) y < 2 (arcilla 1:1) Ng (11)

Cloro

En regiones de alta precipitación y en suelos bien drenados son generalmente bajos en el anión cloro (Cl) ya que no es retenido por los coloides del suelo y es fácilmente lixiviable. Es uno de los elementos fácilmente removido en el proceso de lixiviación. La deficiencia de cloro es ampliamente difundida aun cerca del mar. Estas deficiencias se pueden corregir con aplicaciones de cloro (22).

ANÁLISIS FOLIAR

El análisis foliar determina la composición química de las hojas. Además sirve para reconocer anticipadamente cualquier deficiencia o abundancia de los elementos.

El análisis foliar detecta deficiencias nutricionales en su fase inicial, por lo tanto, es indispensable la estandarización del método de toma de las muestras (número de las hojas, el tejido, edad y número de palmas) y el análisis químico en sí.

El nivel crítico es el nivel de cualquier elemento en la hoja debajo de la cual existe gran posibilidad de lograr una respuesta positiva con la aplicación de un fertilizante. Por lo general, los niveles críticos hallados independientemente en diferentes regiones del mundo son del mismo orden de magnitudes (15).

Potasio

El nivel crítico se incrementa con la edad (2). Varios autores reportan como nivel crítico el valor de 1,0% de potasio en la hoja 17 (4, 15, 28), pero Rosenquist citado por (10) propone el valor entre 1,5 - 1,8%. Ollagnier et al (15) reporta el valor de 1,25 para la hoja 9. Vonuvexkulk (26) considera que cuando la hoja 17 tenga menos de 0,6% de potasio aparecen los síntomas de deficiencia de potasio: para valores menores de 1,2% hay respuesta a fertilizantes y para valores mayores de 1,5% no hay respuesta al potasio.

Calcio
El nivel crítico para el calcio se ha estimado en 0,6% para la hoja 17 (4, 15). Rosenquest citado por (10) propone el valor entre 0,30 - 0,50%. Hasgstron (5) considera lo siguiente: cuando en la hoja 17 el contenido de calcio es menor de 0,40% se considera deficiente; entre 0,40 - 0,50% es bajo; entre 0,50 - 60% es suficiente; entre 0,60 - 0,70% es óptimo y alto cuando es mayor de 0,70%. Ollagnier et al (15) reporta el valor de 0,23% para la hoja 9.
Magnesio

Para Corrado (2) y Ollagnier et. al. (15) la óptima concentración de magnesio en la hoja 17 es 0,24%. Rosenquest citado por (10) reporta el valor de 0,30 - 0,35%. Hagstron (5) considera lo siguiente: cuando en la hoja 17 el contenido de magnesio es menor de 0,225% se considera muy baja, ya que concentraciones menores de 0,2% en el tejido reducen el contenido de clorofila y por ende la producción es deficiente; entre 0,225 - 0,250% es bajo; entre 0,250 - 0,275% es suficiente; entre 0,270 - 0,300 es óptimo y alto cuando el valor es mayor de 0,30%.

Azufre

Hangstrong (5) reporta como bajo el contenido de 0,20 - 23% en la hoja 17.

Cloro

Parece necesario en la palma africana (2). Los miembros de la familia de las palmaceae depende en la presencia de cloro para el movimiento estomatal. El nivel crítico en la hoja es 0,5% de la materia seca (27).

Boro

Ferrand (4) reporta 25 - 30 ppm como nivel crítico para la hoja 17; en cambio Ollagnier et. al. (15) reportan 8 ppm para Colombia y para Malasia 15 - 20 ppm. Rosenquist citado por (10) considera el valor 10 - 20 ppm.

Cobre

Ferrand (4) reporta como nivel crítico el valor de 25 - 35 ppm para la hoja 17, pero Ollagnier et. al. (15) reportan el valor de 10, en cambio Rosenquest citado por (10) considera el valor de 5 - 8 ppm.

Manganeso

Ferrand (4) y Ollagnier et al (15) reportan como nivel crítico el valor de 200 ppm para la hoja 17; Rosenquest citado por (10) considera el valor entre 150 – 200 ppm. Para el caso del manganeso existe una correlación significativa y positiva entre el contenido de la hoja con el rendimiento (23).

Zinc

Rosenquest citado por (10) reporta como nivel crítico el valor de 15 - 20 ppm para la hoja 17. Existe una correlación significativa y positiva entre el contenido de zinc de la hoja con el rendimiento (23).

Molibdeno

Para Rosenquest citado por (10), el valor de 0,5 - 1,0 ppm para la hoja 17 como nivel crítico.

Aluminio

Tanque (23) encontró una correlación significativa y negativa entre el contenido de aluminio en la hoja con el rendimiento.

INTERACCIONES DE LOS NUTRIMENTOS Y ANTAGONISMOS

Nitrógeno

A mayor concentración de nitrógeno en la hoja habrá menor concentración de calcio (5). Aplicaciones de nitrógeno (32) aumentan el contenido de nitrógeno y potasio de las hojas, no afecta el contenido de fósforo y baja el contenido de calcio y magnesio (24). Aplicaciones altas de nitrógeno inducen a una baja concentración de azufre en la hoja (5).

Fósforo

El contenido de fósforo influye positivamente sobre el contenido de nitrógeno y viceversa, o sea, a mayor concentración de fósforo habrá mayor concentración de nitrógeno (2 y 15). Ollagnier et al (15) proponen la relación N/P +- 16 y el nivel crítico de fósforo está en función del nitrógeno. P crítico = 0,07 N - 0,02.

Potasio

El incremento de potasio aumenta la absorción de cationes (7). Las principales bases en la hoja están interrelacionadas, la sumatoria de ellas es igual al 2% de la materia seca de la hoja 17 (K + Ca + Mg = 2%). Broesharts citado por Jacobs y Vonuvexkulk (17) consideran que existe la siguiente relación entre ellos:

El contenido de potasio es entre 1,7 - 1,9% y corresponde al 67 - 70% de la suma de K + Ca + Mg.

El contenido de calcio es entre 0,55 - 0,65% y corresponde al 19 - 24% de la suma de K + Ca + Mg.

El contenido de Mg es 0,25 - 0,35% y corresponde al 10 - 13% de la suma de K + Ca + Mg.

Se puede presentar antagonismo del potasio con el calcio y el magnesio, o sea, una deficiencia de potasio se refleja en un exceso de calcio o magnesio y un exceso de potasio en una deficiencia de calcio o magnesio. Prevot y Ollagnier (17) han trazado las curvas de variación de calcio y de magnesio en función de potasio en el diagnóstico foliar. Chapman y Gray citados por Jacobs y Vonuvexkulk (7) consideran que la relación K_2O/P_2O_5 debe ser entre 2,5 y 3,5. Cuando la relación K_2O/P_20_5 es menor de dos, aplicaciones de fósforo son perjudiciales. Cuando la relación K_2O/P_20_5 es entre 2,5 - 3,5 se espera respuesta positiva al potasio y fósforo. Cuando la relación K_2O/P_20_5 es mayor de 3,5 se espera respuesta positiva al fósforo.

Concentraciones altas de potasio en el suelo pueden producir concentraciones bajas de manganeso en la hoja (18). También existe antagonismo con el cloro, o sea a mayor concentración de cloro hay menor concentración de potasio en la hoja (2).

Calcio

Suelos con alto contenido de calcio intercambiable(> 3-4 me/100 g) y deficientes en cloro, aplicaciones de KCI produce únicamente asimilación de cloro en grandes cantidades y el incremento del cloro va acompañado con el aumento de uno o varios cationes (K, Ca, Mg) o la suma de ellos; en suelos de bajo contenido de calcio (< 0,4 me/100 g) tanto el potasio como el cloro son absorbidos y hay una depresión en la absorción de calcio y magnesio (22).

FERTILIZACIÓN

Los nutrimentos más requeridos para la producción de masa y para la exportación son el nitrógeno y el potasio (19). El precio de los fertilizantes es muy alto, se mantendrá alto y no bajará. El precio del aceite ha bajado con relación al de los fertilizantes. Para mantener la productividad en la industria palmera es necesaria una nutrición adecuada. Esto se logra con la reducción de los costos de los fertilizantes y obtención de máxima producción por unidad del nutrimento aplicado.

El diagnóstico visual, análisis foliar, análisis de suelo y sus combinaciones son valiosos medios para el diagnóstico de deficiencia, sin embargo, la dosis de nutrimentos por aplicar tiene que ser determinada sobre la base de experimentos con fertilizantes en el campo y hacer las correlaciones con los distintos métodos de diagnóstico. Además, es necesario realizar apreciaciones de la situación económica teniendo en cuenta el estado financiero de la plantación y el precio de los fertilizantes. El costo de la investigación y la recomendación es bajo en comparación con el valor del programa de fertilización y se recuperan con la economía del uso eficiente de fertilizantes.

Localización de los fertilizantes

Los fertilizantes deben localizarse donde se encuentra la mayor superficie posible de raíces absorbentes ya que son absorbidos por el proceso de difusión y acción de masa, así hay más eficiencia en la absorción de los elementos requeridos. La mayoría de las raíces se encuentran entre los 1,20 m de la base del estipe y entre O - 0,30 m de profundidad. Pero las raíces cuaternarias, o sea, las absorbentes varían de acuerdo con la edad. En palmas de menos de 2,5 años la mayoría de las raíces se encuentran entre los 2,5 m de la base de la palma; entre los 4,5 - 8,5 años las raíces están igualmente repartidas entre 0 - 2,4 m y 2,4 - 4,8 m de la base y en palmas adultas 10,5 -17,5 años, la mayoría de las raíces están entre 2,4 y 4,8 m. La fertilización en palmas de 1 a 2 años debe ser al voleo no formando parches o bandas aplicadas en un radio de 1,5 - 2,5 m y en palmas entre 3 - 5 años debe hacerse en un radio 1,5 - 4,0 m y palmas adultas en las interlíneas (10). Ng (11) reporta que no hay diferencias significativas entre la aplicación al voleo en la interlínea y la aplicación en el círculo en palmas de más de 4,5 años de edad. Para evitar la compactación por el uso de maquinaria se puede fertilizar cada otra interlínea y cambiar de interlínea cada año. En suelos muy pobres, además se debe fertilizar la cobertura (interlíneas).

Época de aplicación

La palma africana es un cultivo exigente en nutrimentos y hay un incremento exagerado de la absorción a partir del segundo año de transplante. Para lograr altas producciones tempranas y una temprana iniciación de la producción es necesaria una fertilización adecuada y temprana, Ng (12). En Costa de Marfil y en Malasia no encontraron diferencias significativas con el fraccionamiento de fertilizantes ni con la época de aplicación (15, 24). Para evitar la lixiviación de los nutrimentos se recomienda el fraccionamiento de los elementos fácilmente lixiviables como el N y el K. Además se debe aplicar en el plateo y/o interlínea, en los meses que tienen una precipitación diaria menor de 20 mm. Las enmiendas cal agrícola o dolomítica, se deben aplicar al voleo. El 50% antes de arar y el 50% antes de la última rastrillada posteriormente al voleo en las interlíneas.

El fósforo debe aplicarse el 50% al hoyo y 50% al plateo cuando se transplante. Posteriormente al voleo en el plateo y/o interlíneas. En suelos altamente fijadores de fósforo se debe fraccionar en dos aplicaciones. El Ca y Mg se aplican en el plateo y/o interlíneas. En suelos de texturas gruesas es conveniente fraccionarla en dos aplicaciones.

Fuentes

Para determinar la fuente es necesario considerar varios factores, tales como la disponibilidad en el mercado, el valor de la unidad del elemento aplicado (trans-porte, manipuleo, almacenaje y aplicación), pérdidas (volatilización y/o lixiviación) y facilidad de manipulación.

SÍNTOMAS DE DEFICIENCIA

Nitrógeno

Es el elemento que controla en gran parte el crecimiento y la producción de la palma. Forma parte de la clorofila, los aminoácidos, las amidas y los alcaloides. Con concentraciones inferiores de 2,5% pueden observarse deficiencias de nitrógeno, especialmente cuando el contenido de la hoja 17 es inferior a 2,2% (15). La primera sintomatología de la deficiencia de nitrógeno es una reducción del tamaño de la hoja o los foliolos, son mas angostos y rígidos con los márgenes enrollados dando la apariencia de mayor distancia entre foliolos. En este estado hay poco cambio del color de ellos. A medida que la deficiencia alcanza el limbo de los foliolos se vuelven opacos y toma un color verde pálido a verde amarillo mientras que las nervaduras se vuelven amarillo brillante. Posteriormente el limbo se vuelve amarillo opaco a amarilloso anaranjado y la nervadura anaranjada. Finalmente el tejido clorótico se convierte en color morado o marrón y los foliolos tienen una muerte ascendente desde las puntas.

Cuando la deficiencia es leve la clorosis se mantiene en las hojas adultas. En cambio cuando la deficiencia se desarrolla rápidamente la clorosis se observa en las hojas jóvenes. Además hay un afinamiento de los pecíolos, una disminución significativa en el número de las hojas y una reducción de la altura de la palma. En condiciones de deficiencias severas la clorosis se encuentra en todos los foliolos con muerte de las hojas más viejas. Los síntomas aparecen con mayor frecuencia en plantaciones jóvenes especialmente en suelos arenosos, bajos en materia orgánica o cuando hay malezas en vez de las coberturas de leguminosas.

Fósforo

Es un elemento indispensable para las reacciones que controlan la síntesis de las proteínas, controla el crecimiento, buena formación de raíces y tallos.

Los primeros síntomas de deficiencia son una reducción general del vigor acompañado de una leve clorosis, luego la clorosis se acentúa y a las hojas más viejas les aparece una necrosis en la parte Terminal. Pueden observarse manchas necróticas generalmente oscuras (15).

Potasio

El potasio realiza un papel fundamental en el metabolismo de las plantas, pese a que no tiene una función específica. Este elemento es necesario para casi todas las funciones de la palma tales como fotosíntesis, equilibrio de la respiración, síntesis de las proteínas, metabolismo del nitrógeno y translocación de los hidratos de carbono. Existe como ión (K_+) en relaciones con los líquidos celulares y se encuentra en todos los tejidos de la planta pero no ocupa un lugar definido de la célula. A concentración de K en la hoja 17 de 0,70% empiezan los síntomas de deficiencias y a 0,50% son características (15).

Las deficiencias de potasio se pueden manifestar de tres maneras, las cuales pueden ir asociadas en la misma palma y hasta en la misma hoja (10). La primera consiste en una decoloración marginal de color verde difusa en las hojas más viejas. El área afectada se vuelve de color verde amarillento y luego amarilla pálida pero no llega al amarillento vivo que es característico de la deficiencia de magnesio. La decoloración se acentúa más en los bordes y disminuye progresivamente hacia la nervadura central, solamente quedando una angosta faja a lo largo de la nervadura central y algunos centímetros de la base todavía verde. La segunda deficiencia se caracteriza por la aparición de pequeñas manchas amarillas o anaranjadas de unos milímetros de ancho en el limbo de las hojas más viejas. Al unirse pueden formarse agrupaciones más o menos extensas.

Se observa una desecación acelerada de las hojas más viejas y se reduce la longitud de la palma y va acompañado de una disminución en el número de las hojas. La palma tiene un porte erguido que le da aspecto de un plumero.

La tercera se caracteriza por un color marrón opaco o clorosis color ocre uniforme en los foliolos jóvenes en la parte superior de la corona. La clorosis primero aparece en un lugar de la hoja, se extiende hasta toda la hoja, es uniformemente de color amarillo. Posteriormente una banda bien definida de tejido clorótico se desarrolla alrededor del margen de la hoja amarilla (10).

Calcio

El calcio forma parte de la pared celular para formar tamices protectores que permiten el paso de nutrientes a la célula. Además, funciona como sustancia pegante entre las paredes de las células. Síntomas de la deficiencia no se han presentado en plantaciones ya que suelos pobres aportan la cantidad necesaria para el desarrollo. En cultivos hidropónicos se reporta así: hojas anormales, cortas, Limbos estrechos y las raíces no salientes. En hojas más viejas una parte del limbo es esférica con una división de la parte apical y necrótica (15).

Magnesio

Es un componente esencial de la clorofila y acompaña a los fosfatos, se combina con éstos para trasladarse a los sitios precisos como compuestos de fosfato de magnesio (15). Lo que más caracteriza la deficiencia de magnesio es una coloración uniforme de amarillo a amarillo anaranjado que aparece sobre los foliolos de las hojas viejas. Los síntomas se observan en las Figuras 11.8 y 11.9. La parte del limbo que rodea a la nervadura central de los foliolos permanece verde. La necrosis empieza por las extremidades de los foliolos tomando un color rojo parduzco y luego adquiere un color pardo. La decoloración se presenta en las partes más expuestas al sol. El efecto de sombra es un signo característico de la deficiencia de magnesio. Las decoloraciones aparecen más en la estación seca y generalmente aparecen en palmas jóvenes y raras veces en hojas jóvenes.

Microelementos

Se denominan así porque su requerimiento en las plantas es de muy pequeñas cantidades (trazas) pero esto no significa que no son vitales para el buen desarrollo de las plantas. Los elementos menores tienen varias funciones, entre ellas se anotan las siguientes: facilitan la entrada de otros elementos a las células y ayudan a orientarlos en su respectiva posición donde ellos pueden llevar a cabo su función en la célula; funcionan como catalizadores y actúan en los procesos de oxidación y reducción.

Entre los micro elementos menores, el que desempeña un papel de más importancia en el crecimiento de la palma, es el boro porque su deficiencia provoca anomalías en el desarrollo que se traduce en perjuicios para el árbol y la producción. Por ser de baja movilidad los síntomas de deficiencia se presentan en las hojas jóvenes. Se presentan varios síntomas de las distintas fases del síndrome. El más común es el foliolo en forma de gancho pero existen otros síntomas como el arrugamiento transversal del foliolo, bandas blancas, el doblamiento abrupto de la hoja, punta de cerdas, hoja pequeña y hasta la muerte. *Las bandas blancas*: aparecen cuando el contenido de boro en la materia seca de los foliolos es menor de 8 ppm (10). Los síntomas se observan en la Figura 11.13. *Hoja en forma de gancho*: Tiene un aspecto redondeado de la hoja más joven. Los foliolos en la sección terminal son acortados, anormalmente rígidos y más cerca, compactados. Aparece un gancho en el ápice de uno o más foliolos. El gancho también puede estar corrugado y es anormalmente frágil. Además pueden tener uno o más dobleces que le dan una forma de zig-zag.

El orden de importancia de la investigación de fertilizantes en suelos ácidos es
K = Mg > N = S > P y B > Cal > fuentes de Mg.

BIBLIOGRAFÍA

1. Ataga, D.O., 1978. Soil Phosphorus status and responses of the Oil Palm to Phosphorus on some acid soil. Jour. Nigerian Inst. For Oil Palm Research. 5:25-36 Benincity.

2. Corrado, F., 1988. La nutrición y fertilización de la palma de aceite en Latinoamérica. V. Mesa Latinoamericana Palma Aceitera. Santo Domingo de los Colorados, Ecuador.

3. Chan, K.W., Watson, J. y K.C.L.M., 1980. Use of Oil Palm waste material for increased Production. Proceding conference on Soil Science and Agricultural Development in Malaysia. Malaysian Society of Soil Science. Kuala Lumpur 213-241.

4. Ferrand, M.,1960. Informe al Gobierno de Colombia sobre plantas oleaginosas y especialmente sobre la palma de aceite. FAO. No. 1257, Roma.

5. Hagstron, G.R., 1988. La fertilización de la palma de aceite con nutrientes secundarios. V Mesa Latinoamericana Palma Aceitera. Santo Domingo de los Colorados, Ecuador.

6. Hartley, C.W.S., 1977. The Oil Palm. Longmans, London, 958 p. 211

7. Jacobs, A. y Vonuvexkulk, H.,1961. Fertilización, nutrición y abonado de loscultivos tropicales y subtropicales, 626 p.

8. Jiménez, O.D., 1985. Informe anual de programa nacional de oleaginosas perennes. CRI El Mira, Tumaco, 21 p.

9. Kanapathy, K., 1980. Progress in Research and Utilisation of Peat Soils in Malaysia. Procedings, Soils Science and Agriculture Development in Malaysia. Malaysian Society ot Soil Science. Kuala Lumpur, 109-118. p.

10. NG, S.K., 1972. The Oil Palm, its Culture, Manuring and Utilisation. International Potash Institute, Berne, pp. 1-145.

11. 1977. Review of Soil Palm Nutrition and Manuring scope for greater Economy in Fertilizer usage. Oleagineux. 32:5:197-206.

12. 1980. Oil Palm Development in Malaysia. Proceeding of the fist. Malaysian Oil Palm. Conference.

13.Olivin, J., 1968. Etude pour la localisation D'un bluc industriel de palmiers al'Huile Oléagineux. 23:8-9:49-504, París.

14.Ollagnier, M., Lauzeral, A.; Olivin, J. y Ochs, R., 1978. Evolution des sols souls palmeraie aprés défrichement de la foret. Oleagineux. 33:11:537-543.

15.Ollagnier, M.; Ochs, R. y Martin, G., 1970. El abonamiento de la palma de aceite en el mundo. Fertilite. 36:30-61.

16. Owen, E.J.; Sánchez, L.F. e Hincapié, M.A., 1978. Fertilización de la palma africana (*Elaeis quineensis* Jacq) en vivero de los Llanos Orientales.

17. Prevot, P. y Ollagnier, M., 1957. Método de utilización del diagnóstico foliar Fertilite. 2:3-12.

18. Prieto, E. y Owen, E.J., 1989. Respuesta de la palma africana (*Elaeis quineensis* Jacq) a la fertilización de N, P, K, Mg y B en suelos de la clase III de los Llanos Orientales.

19. Quendez, P. y G. de Taffin,1981. Relation entre la nutrition potassique et al pluviométrie en culture de palmiers a'Huile et de cocotiers. 36:1:1-5 Oleagineux. 212

20. Rivadeneira, J., 1983. Fertilización mineral de la palma africana en la etapa de vivero. Bol. Div. No. 136. E.E., Santo Domingo de los Colorados. INIAP. Ecuador, 7 p.

21. Rodríguez, P., B.; Jailliez, J.; Viegas, l.J.M., 1987. Respostas de N-P-K-Ca e Mg no desenvolvimiento de mudas de dende na regiao de Manaus - AM. Bol. de Pesquisa No. 4. Embrapa. Uepae. Belém. Brasil, 19 p.

22.Taffin, G. de P. Quencez, 1980. An aspect of amionic nutrición in the oil palm and coconut. Problem of chlorine. Oleagineux 35:12:539-546.

23.Tanque, M., 1982. Studies of the characteristics of some soils under oil palm in Sabah. Technical Bulletin No. 5. Depat. of Agri. Sabah, Malaysia, 99 p.

24. Teoh, K.C. y Chew, P.S., 1980. Fertiliser responses of of oil palm on coastal clay soils in peninsular Malaysia IV Malasian Soil Conferente. Soil Science and Agriculture Development in Malaysia. Malaysian Society of soil Science. Kuala Lumpur, pp. 191-212.

25. Tinker, P.B.H. y Smilde, K.W., 1963. Dry Matter Production and Nutrient content of Plantation Oil Palms in Nigeria. Plant and soil. 19:3:350-363.

26. Vonuvexkulk, H.R., 1968. Potassium nutrition of Tropical Crops. The rol of Potassium in Agriculture American Society Agronomy. Madison, 509 p.

27.Vonuvexkulk H.R., 1985. Chlorine in the nutrition of Palm trees. Oleagineux. 40:2:67-71.

28.Werkhoven, J., 1966. Fertilización de la palmera de aceite. Boletín verde 18 Verlagsgesellschaft fur Ackerbau Hannover, 60 p.

FERTILIZACIÓN EN SORGO

INTRODUCCIÓN

De los cereales que se cultivan en Colombia, el maíz y el sorgo son recursos básicos como fuentes de proteínas en la alimentación humana y animal y materia prima básica del sector agroindustrial. El gran auge de la industria Avícola en Colombia ha descansado en el incremento del cultivo del sorgo.

En los últimos años el sorgo ha alcanzado gran importancia como cultivo de rotación, ya sea de algodón o de arroz, en las zonas agrícolas de mayor importancia del país, al punto de que, tanto en el Tolima y Huila, como en el Valle del Cauca, Meta y Cesar, ha venido desplazando al cultivo del maíz.

El sorgo se siembra hasta los 1.200 metros de altitud y, a diferencia del maíz, es un cultivo altamente mecanizado y se maneja con una tecnología relativamente avanzada. Es un cultivo de rotación de gran aceptación por su tolerancia a condiciones adversas, particularmente a la sequía y por su período vegetativo corto. Las principales zonas productoras de sorgo en Colombia son el Valle del Cauca, Tolima-Huila, Meta y Cesar, con el 24, 23, 15 y 14 por ciento del área total sembrada en 1982 (221.200 ha), respectivamente.

EXTRACCIÓN DE NUTRIENTES

El sorgo agota el suelo en forma considerable y sólo bajo un correcto abastecimiento de nutrientes puede proporcionar rendimientos satisfactorios. Su rápido crecimiento explica el que esta especie presente desde sus primeros estados de desarrollo una elevada demanda de nutrientes. Para la obtención de 6 ton/ha de grano, el sorgo requiere o extrae las siguientes cantidades totales de nutrientes:

Como se ve, los niveles totales de extracción son altos y de estos valores cerca del 70% del N, P_2O_5 y K_2O son retirados en la cosecha, de donde resulta que solamente un 30% de la cantidad total de estos nutriente es devuelta al suelo en los residuos (tamo).

FERTILIDAD DE LOS SUELOS

Es evidente que, salvo el caso del Meta, donde predominan los suelos fuertemente ácidos, en las restantes zonas productoras la mayor parte de los suelos son ligeramente ácidos o neutros (pH: medio). Los suelos bajos en materia orgánica predominan en las regiones del Tolima y Cesar. Los suelos bajos en fósforo aprovechable predominan en todas las zonas productoras, excepto en el Tolima, en donde la proporción de suelos con disponibilidad alta es relativamente igual a la de suelos deficientes. La disponibilidad de potasio es predominantemente alta en los suelos del Valle del Cauca, Tolima y Huila, en tanto que en los suelos del Meta predominan los suelos deficientes y en los del Cesar la distribución entre disponibilidad baja, media y alta está equilibrada.
La deficiencia de calcio y/o magnesio puede presentarse en aquellos suelos con valores de pH menores del 5,5 (ph: bajo), como los de la zona del Meta, o la de magnesio en suelos con valores

de relación Ca/Mg superior a 10. La deficiencia de azufre suele ser frecuente en suelos bajos en materia orgánica, como los del Tolima y Huila.

En el caso de los elementos menores, se ha encontrado (Ramírez, 1984) que la deficiencia es frecuente en los suelos alcalinos del Valle del Cauca, con niveles de Boro disponible (agua caliente) menor de 0,50 ppm.

RESPUESTA A LA FERTILIZACIÓN

Aunque la investigación realizada en Colombia sobre la respuesta del sorgo a la fertilización es relativamente escasa, los resultados experimentales obtenidos por el Instituto Colombiano Agropecuario en las principales zonas productoras han permitido establecer algunas pautas generales, las cuales se resumen a continuación:

En Nataima (Tolima) en un suelo arcillo arenoso de la serie "Caucho Negro" (1,2% de materia orgánica), Gutiérrez (1983) encontró que, tanto en la variedad ICA-Nataima como en el híbrido NK-266, los rendimientos de grano aumentaron desde 1,7 ton/ha, sin aplicación de nitrógeno hasta cerca de 4,0 ton/ha con aplicación de 100 a 125 kg/ha de nitrógeno, según se ilustra en la Figura 9.2a. Los mejores rendimientos se obtuvieron cuando toda la dosis de N se aplicó a los 25 días de la germinación, cuando se fraccionó 1/4 en la siembra y 3/4 a los 25 días de la germinación o cuando se aplicó 2/3 del N a los 25 días y 1/3 a los 45 días de la germinación, según la variedad (Figura 9.2b). La dosis óptima económica estuvo entre 75 y 100 kg/ha.

En suelos del Valle del Cauca, Ramírez (1984) observó que la respuesta del sorgo al nitrógeno es más frecuente en suelos livianos bien drenados y que, además, depende de la disponibilidad de agua. En un suelo de la serie Nima, el rendimiento de grano se incrementó linealmente con la dosis de nitrógeno (Figura 9.2c). En suelos alcalinos (pH mayor de 7,3), la aplicación de boro causó incrementos importantes en los rendimientos (Figura 9.2d) y, de otra parte, el efecto del fósforo fue favorable únicarnente cuando también se aplicó boro (Figura 9.2e), siendo la dosis óptima de 2,24 kg de B/ha. En ninguno de los seis suelos estudiados hubo respuesta al potasio, ya que en todos ellos la disponibilidad de este elemento era alta (más de 0,20 me/100 g de K cambiable).

Para el caso de los suelos del Meta, Owen y Sánchez (1979) recomiendan 50 a 100 kg/ha de nitrógeno, aplicando en banda 1/3 de la dosis a los 7 días de la germinación y los 2/3 restantes a los 30 días después de la germinación. Además, sugieren dosis de fósforo comprendidas entre 25 y 100 kg/ha de P_2O_5, en forma de calfos o fertilizantes compuestos y 25 a 75 kg/ha de K_2O. Indican, además, que la dosis de potasio debe fraccionarse en dos aplicaciones, junto con las de nitrógeno.

PLAN DE FERTILIZACIÓN

Un plan de fertilización debe incluir varios componentes, a saber:
a) Fuente fertilizante
b) Dosis
c) Época de aplicación
d) Sistema de aplicación

Como FUENTES NITROGENADAS se consideran la urea (46% de N), el sulfato de amonio (21% N, 24% S) y el 25-15-0-3 (25% N, 15% P_2O_5). El sulfato de amonio es un fertilizante altamente deseable para aquellas zonas productoras cuyos suelos son deficientes en azufre, deficiencia muy común, cuando el contenido de materia orgánica es muy bajo (menor del 2%), tal como ocurre en el caso de algunas áreas del Tolima y Huila. De otra parte, el sulfato de amonio suele estar sujeto a menores pérdidas de N que la urea, cuando las aplicaciones son superficiales, y su comportamiento es excelente en el caso de suelos con problemas de alcalinidad en los cuales ejerce, además, una acción correctiva. El fertilizante 25-15-0-3 (S), constituye una excelente alternativa como fuente nitrogenada que, además, contiene un 15% de fósforo. Puede utilizarse como único fertilizante en el plan de abonamiento, en el caso de que el suelo tenga una moderada disponibilidad de fósforo y una alta disponibilidad de potasio, o en combinación con 15-15-15 ó 13-26-6, en el caso contrario.

Como FUENTES DE FÓSFORO Y POTASIO se consideran los fertilizantes 13-26-6 y 15-15-15.
DE ANÁLISIS DE SUELOS, el cual se presta, sin costo alguno para el agricultor, a través de los Ingenieros Agrónomos de FENALCE en las diferentes regiones del país. Con respecto a la ÉPOCA DE APLICACIÓN, se contemplan dos épocas: la primera aplicación en la siembra ó 10-25 días después de la germinación y la segunda a los 35-50 días de la emergencia. Sin embargo, se considera importante considerar una tercera alternativa que sería aplicar todo el fertilizante a los 10-25 días después de la germinación, por cuanto, como se vió anteriormente, esta opción ha dado muy buenos resultados a nivel experimental. De cualquier manera, a este respecto la experiencia previa del propio agricultor será un aspecto básico a considerar en cada caso. De otra parte, los fertilizantes *NUTRIMON* por su alta solubilidad, garantizan una buena eficacia agronómica en aplicaciones después de la germinación. Idealmente, el *SISTEMA DE APLICACIÓN* de los fertilizantes solubles debe ser *localizado* en bandas laterales y ojalá enterrando el abono para permitir una óptima utilización de los nutrientes por la planta. Sin embargo, cuando el sorgo se siembra "al voleo", este sistema de aplicación no es procedente y habría que optar por la aplicación superficial, "al voleo", particularmente cuando se ejecuta después de la germinación.

El sistema de aplicación localizado del abono ha demostrado que resulta en un aumento muy significativo de la eficiencia del fertilizante aplicado en el cultivo del sorgo. En un ensayo demostrativo realizado por Fenalce (1990) en la finca "Buenos Aires" ubicada en el norte del Valle, la aplicación localizada, con una abonadora de cincel a 25 cm de profundidad, de 150 kg de sulfato de amonio, 50 kg de cloruro de potasio, 20 kg de sulfato de zinc y 10 kg de borax, en dosis por hectárea, permitió obtener casi 9,l ton/ha de grano de sorgo, en tanto que la fertilización superficial tradicional con los mismos abonos y dosis obtuvo en promedio 6,5 ton/ha. La máxima productividad lograda por la localización profunda de los fertilizantes constituye, según Fenalce (1990), un récord de rendimiento sorguero en Colombia.

Además de la fertilización NPK convencional, hay que considerar, dentro de un plan de fertilización, el encalamiento de aquellos suelos con pH menor de 5,5 siempre y cuando exista toxicidad de aluminio. En general, se espera que haya necesidad de aplicar cal o calfos en suelos cuya saturación de aluminio sea superior al 25%.

También debe considerarse la aplicación de elementos secundarios (calcio, magnesio y azufre) y menores (Fe, Mn, Cu, Zn, B, Mo). Con respecto a estos últimos, es particularmente importante tomar en cuenta al boro en el caso de los suelos alcalinos del Valle del Cauca. De todas maneras, la inclusión de uno o varios de estos elementos en el plan de fertilización debe hacerse con mucho cuidado, tomando como base el análisis de suelos y/o el análisis foliar ya que con los elementos menores el riesgo de causar toxicidad al cultivo, por aplicaciones inadecuadas, es muy alto.

BIBLIOGRAFÍA

Gutiérrez, D., 1982. Respuesta del sorgo de grano (*Sorghum bicolor*, Moench) a dosis y épocas de aplicación de nitrógeno. Suelos ecuatoriales 12 (1): 273-288.

Instituto Colombiano Agropecuario, 1980. Estado actual de fertilidad de los suelos colombianos y estimativos sobre las necesidades de fertilizantes para varios cultivos. Bogotá, ICA, Programa Nacional de Suelos. Documento de trabajo No. 85, 118 pp.

_____ 1981. Fertilización en diversos cultivos, cuarta aproximación. Bogotá, ICA, Programa Nacional de Suelos, 56 pp.

Monómeros Colombo Venezolanos S.A., 1984. Fertilización de cultivos en clima cálido. Barranquilla, 120 pp.

Owen, B. y Sánchez, L.F., 1979. Uso y manejo de los suelos de la parte plana del departamento del Meta. Bogotá, lCA, Colección Tecnológica Agropecuaria No. 67. 74 pp.

Ramírez, V.A., 1984. Fertilización del sorgo (*Sorghum bicolor*, Mohanch) en suelos aluviales del Valle del Cauca. Suelos ecuatoriales 13 (2). En prensa.

CULTIVO DE CITRICOS

ORIGEN

Al igual que otras especies vegetales cultivadas, los cítricos pasaron por procesos de domesticación y adaptación dirigidos de forma empírica por el hombre. Las principales especies modernas de cítricos no se encuentran en estado silvestre, pues son el resultado de hibridaciones a través del tiempo.

El origen del género Citrus se sitúa en el sureste de Asia y el centro de China. Filipinas y el archipiélago Indomalayo hasta Nueva Guinea. Las primeras variedades e híbridos de cítricos fueron el resultado de un largo proceso de identificación, colecta y reproducción de plantas silvestres

El desarrollo del mejoramiento genético vegetal generó nuevas variedades e híbridos con tolerancia a condiciones de estrés biótico y abiótico, de alto rendimiento y con las características de calidad requeridas por el mercado. Las primeras selecciones fueron dirigidas a la obtención de plantas con pulpa abundante y azucarada y cáscara más fina y aromática. Estos materiales fueron dispersos por el mundo por emigrantes y viajeros.

CLASIFICACION

Los miembros del género Citrus se cruzan fácilmente y producen descendencia fértil, por lo que resulta un tanto difícil separar las especies dentro del género. En el mundo existen dos sistemas distintos de clasificación reconocidos, el primero el de W.T. Swingle reconoce 16 especies y varios híbridos, el segundo sistema fue propuesto por T.Tanaka, en el se reconocen 144 especies, Swingle agrupa a las mandarinas en una sola especie, mientras que Tanaka las subdivide en varias especies.

Según el criterio de Swingle los cítricos pertenecen a la Familia Rutáceas, Subfamilia Aurancioideas, Tribu Cítreas, Género Citrus y Subgénero Eucitrus.

En la siguiente tabla se presentan las especies más conocidas del género.

Nombre común	Especie
POMELO	**CITRUS MAXIMA**
GRAPEFRUIT	**CITRUS PARADISI**
CIDRO	**CITRUS MEDICA**
LIMA DULCE	**CITRUS LIMETTA**
NARANJO DULCE	**CITRUS SINENSIS**
LIMON O LIMA AGRIA	**CITRUS AURANTIUM**
NARANJO AGRIO	**CITRUS LIMON**
LIMON	**CITRUS RETICULATA**
MANDARINAS (SWINGLE) **(TANAKA)** **(TANAKA)** **(TANAKA)** **(TANAKA)** **(TANAKA)** **(TANAKA)**	**CITRUS RETICULATA** **C.RETICULATA** **C.NOBILIS** **C.UNSHIU** **C.DELICIOSA** **C.TANGERINA** **C.RESTINI**

CLIMA Y SUELOS

El clima influye sobre manera en el crecimiento y desarrollo de los árboles frutales. Al contrario de los cultivos anuales, que se adaptan hasta cierto punto a la variación de las temperaturas, los árboles frutales son plantas plurianuales y por consiguiente, están sometidos a la influencia de los elementos climatológicos. Las posibilidades de adaptación de un cultivo están limitadas por el grado de influencia que ejercen algunos elementos atmosféricos.

Tienen gran capacidad de adaptación a climas muy diversos. A pesar de su carácter mesofísico, marcado por sus hojas anchas, ausencia de mecanismos que limiten la transpiración, carencia de

protección de la yema mediante escamas, los cítricos pueden ser cultivados con éxito bajo climas muy calurosos y muy secos o en regiones de invierno relativamente frío.

El proceso de maduración de la fruta respecto a la producción de azúcares, disminución de acidez y el desarrollo del color, alcanzan su mayor eficiencia cuando las variaciones de temperatura diurna y nocturna son amplias. En nuestro país, la mayor producción y mejor calidad de la fruta se obtiene en zonas donde las temperaturas promedio, oscilan entre 18ºC para la temperatura mínima y 28ºC para la máxima, con pequeñas variaciones para cada especie y variedad.

La temperatura también afecta la duración del período comprendido entre la floración y la cosecha de la fruta madura; es más largo en zonas con temperaturas frescas.

En términos generales, se estima que la cantidad de agua necesaria para un huerto de cítricos oscila entre 9.000 y 12.000 m^3, por hectárea por año, lo que equivale a una precipitación anual de 900 a 1.200 mm, sin embargo, las precipitaciones mayores no son problemáticas siempre y cuando haya un buen drenaje del suelo. Precipitación más baja o una estación seca definida pequeña o prolongada afectan este cultivo por lo que el riego es fundamental.

Se considera que la humedad relativa influye sobre la calidad de la fruta. Los cítricos en regiones donde la humedad relativa es alta, tienden a tener piel más delgada y suave, contienen mayor cantidad de jugo y son de mejor calidad; aunque, en casos extremos, presenta como desventaja el favorecer el desarrollo de enfermedades fungosas y de algunas plagas. El rango adecuado de humedad relativa puede considerarse entre 50% y 80%.

Antes de establecer una plantación, la velocidad del viento predominante en la zona debe tenerse muy en cuenta, ya que los vientos fuertes provocan deshidratación, roturas de ramas, caída de flores, hojas y frutos, lo que puede evitarse mediante el establecimiento de barreras rompevientos, que pueden ser naturales o artificiales. De ser naturales deberán establecerse previo a la plantación, con árboles de crecimiento vertical, de rápido desarrollo, follaje denso y que no alberguen plagas y enfermedades comunes a los cítricos.

Las altitudes aptas para el cultivo de naranjas para jugo, oscila entre los 500 y 1.200 msnm, mientras que las zonas bajo los 500 m, son muy adecuadas para ciertas especies de cítricos como las toronjas, limones, limas ácidas, grapefruit y algunas mandarinas.

Se menciona que no existe ninguna relación entre las épocas de maduración y la duración del día e iluminación. Pero existen estudios que demuestran que los frutos de la parte externa del árbol son más ricos en sólidos solubles totales al compararlos con las frutas de la parte interna del árbol. No obstante, las diferencias en calidad de fruta por diferencias de luminosidad, no son directos y más bien se deben a la falta de fotosíntesis.

Los aspectos más importantes del suelo para el cultivo de cítricos son la profundidad efectiva del suelo y la textura. La profundidad efectiva se entiende como la mayor profundidad a que penetran las raíces de los árboles, sin que encuentren obstáculos físicos que impidan su normal crecimiento y desarrollo. Estos obstáculos pueden ser la presencia de rocas o materiales poco meteorizados, que por su dureza impiden físicamente la penetración de la raíz, capas de suelo compactas y una tabla de agua o nivel freático a escasa profundidad. Se recomienda que la profundidad de los

suelos dedicados al cultivo de los cítricos no sea inferior a 1 m aunque es conveniente que sea de 1,5 m.

La textura ideal de los suelos para el cultivo de los cítricos está comprendida entre liviana y media. Los suelos pesados con lenta infiltración no deben dedicarse a este cultivo ya que generalmente están asociados como pudriciones de las raíces causadas por los hongos *Phytophthora parasítica, Citropthora y Diplodia,* y el crecimiento es muy lento.

El pH más conveniente para cítricos está posiblemente entre 5,5 y 6,5.

EPOCAS DE SIEMBRA

El momento más adecuado para hacer la siembra, es durante el inicio de la época lluviosa, y puede extenderse hasta el mes de julio, tomando en consideración el receso de las lluvias durante el "veranillo". Sin embargo, puede llevarse a cabo en verano si se cuenta con riego.

VARIEDADES O CULTIVARES

A continuación se presentan seis cuadros con la descripción de características generales de algunas de las principales variedad de cítricos. Las fuentes de esta información son los Informes Anuales 1983 y 1984, de ASBANA, y Día de demostración sobre variedades de cítricos (Hernández, R.L. 1983).

Cuadro 1: Características generales de variedades de naranja para jugo e industria.

	Características del fruto maduro					Vigor del árbol	Epoca de cosecha
	Color de la cáscara	Color de la pulpa	Nº de semillas	Brix*	Acidez*		
Valencia	Amarillo claro	Amarillo	3-6	9,5-11,5	1,91-1,79	Bueno	Feb-mayo
Pineapple	Amarillo	Anaranjado	10-15	11-12	0,98-0,84	Bueno	Nov-dic
Hamlin	Amarillo	Algo anaranjado	4-8	10,5-11	1-0,77	Bueno	Set-nov
Parson Brown	Amarillo claro	Amarillo	10-15	9-12	2,42-0,90	Bueno	Oct-nov

* Valores anotados en Costa Rica en la cosecha.

Cuadro 2: Características generales de variedades de naranja sin semilla para consumo fresco.

Variedad*	Características del fruto maduro				Vigor del árbol	Epoca de cosecha
	Color de la cáscara	Color de la pulpa	Brix *	Acidez*		
Washington Navel	Naranja claro	Anaranjado intenso	9-13	1,68-0,86	Bueno Muy	Dic-enero

Navel Nucelar	Naranja claro	Amarillo anaranjado	8-10	1,10-0,96	bueno	Dic-enero
Frost Navel	Anaranjado	Anaranjado	8-11	1,56-0,81	Bueno	Dic-enero

* Valores anotados en Costa Rica en la cosecha

Cuadro 3: Características generales de algunas variedades de mandarina

Variedad	Características del fruto maduro					Vigor del árbol	Epoca de cosecha
	Color de la cáscara	Color de la pulpa	Nº de semillas	Brix*	Acidez*		
Dancy	Anaranjado	Rojizo	6-10	10-10,5	1-0,86	Bueno	Dic-enero
Satzuma	Amarillo	Anaranjado	2-8	8,5-9,0	0,9-0,7	Bueno	Set-oct
Criolla	Amarillo	Amarillo anaranjado	15-20	9,5-10	1,04-1	Bueno	Dic-feb
Clementina	Amarillo	Anaranjado rojizo	10-15	9-10	1,04-1	Bueno	Oct-nov

- Valores anotados en Costa Rica a la cosecha

Cuadro 4: Características generales de algunas variedades de grapefruits.

Variedad	Características del fruto maduro					Vigor del árbol	Epoca de cosecha
	Color de la cáscara	Color de la pulpa	Nº de semillas	Brix*	Acidez*		
Marsh	Amarillo	Amarillo pálido	2-8	8-8,8	1,98-1,75	Muy bueno	Nov-dic
Duncan	Amarillo pálido	Amarillo	20-30	8,5-9,5	1,75-1,63	Muy bueno	Nov-dic
Glenn Red	Anaranjado	Rosa	25-35	9-9,5	1,70-1,61	Muy bueno	Nov-dic
Red Brush	Anaranjado	Rosa	20-30	9-9,5	1,68-1,60	Muy bueno	Enero-feb

* Valores determinados en la cosecha en Costa Rica

CUADRO 5: Características generales de algunas variedades de limas y limones agrios

Variedad*	Características del fruto maduro					Vigor del árbol	Epoca de cosecha
	Color de la cáscara	Color de la pulpa	Nº de semillas	Brix*	Acidez*		
Mesina	Verde amarillo Amarillo	Amarillo verdoso Amarillo	Sin semillas	6-7	7,5-7	Bueno	Mayo-julio-dic

Criollo	Verde	verdoso	2-10	5-6	7,2-7,1	Bueno	Mayo-julio
Frost Lisboa	Amarillo Verde	Amarillo verdoso	2-4	4-5	8,5-8,1	Muy bueno	Julio-dic-enero
Eureka	Amarillo	Amarillo Verdoso	2-4	4-5	8,2-8,1	Muy bueno	Julio-dic-enero

* Valores anotados en Costa Rica a la cosecha

** Son limas la variedad mesina y el criollo. Limones son Frost Lisbosa y Eureka

CUADRO 6: Características generales de algunos híbridos comerciales, producidos a partir de dos especies diferentes de cítricos.

Variedad	Características del fruto maduro					Vigor del árbol	Epoca de cosecha
	Color de la cáscara	Color de la pulpa	Nº de semi-llas	Brix*	Acidez*		
Ortanique	Anaranjado	Anaranjado	11-13	10-12	1,05-0,80	Bueno	Feb-marzo
Naranja x mandarina						Muy bueno	
Mineola	Anaranjado	Anaranjado	5-10	9-11	1,10-0,84		Nov-dic
Toronja x mandarina							

Orlando Toronja x mandarina	Amarillo	Amarillo	5-10	8-10	1,56-1,00	Muy bueno	Dic-enero
Temple Mandarina x naranja	Amarillo claro	Algo anaranjado	10-20	11-12	0,84-0,82	Bueno	Feb-marzo
Ugli Mandarina x toronja	Amarillo claro	Amarillo	11-13	8-9	1,60-1,10	Bueno	Dic-enero

* Valores anotados en Costa Rica en la cosecha

PROPAGACION

Para fines comerciales los cítricos se reproducen por medio de injerto. Los injertos más usados para reproducir son el de yema en T o el de enchape lateral con púa. El injerto se realiza un arbolito del patrón cuyo diámetro de tallo es de 1 o 2 cm, en la parte alta pero madura.

Se recomienda elegir la variedad y el patrón que mejor se adapten al tipo de suelo y las condiciones climáticas de la zona, además que posean resistencia o tolerancia a enfermedades fungosas, virales o nemátodos.

Semillero

Cuando los semilleros son grandes, deben establecerse en lugares aislados y a una distancia considerable de los huertos cítricos o árboles cítricos viejos, con el propósito de reducir el peligro de infestación con diferentes tipos de pestes y enfermedades.

El semillero debe ser localizado en un lugar fresco, con buen suelo, buen drenaje para reducir el problema de enfermedades. Es conveniente usar tierra nueva, es decir no hacer semilleros repetidamente en el mismo lugar, y adicionarles una pequeña cantidad de fertilizante orgánico, rico en nitrógeno, varias semanas antes de la siembra de la semilla. Las semillas se pueden sembrar sobre eras en líneas a una distancia aproximada de 5 cm y luego se cubren con una capa de 2 a 3 cm de tierra.

El tiempo requerido para la germinación depende de la temperatura del suelo, la humedad y la clase de semilla. Cuando estas condiciones son apropiadas la germinación puede iniciarse a las tres semanas después de la siembra y duran 10 días. La siembra del semillero debe hacerse en una fecha en que no haya excesiva humedad y en que el trasplante coincida con el inicio de las lluvias.

El trasplante de las plántulas, puede hacerse entre las 8 a 12 semanas después de la siembra, dependiendo del desarrollo de las plantas. Sólo se trasplantan aquellas que tienen buen desarrollo y se eliminan las débiles.

Como patrones para naranja, los más recomendables son *Citrus taiwanica, Citranger troyer y Cytranger carrizo*; para lima mesina el *Citrus macrophyla.*

Para suelos con tolerancia a los encharcamientos se recomienda el uso de patrones como el *P. trifoliata*. Sin embargo, para estos terrenos es conveniente la adición de materia orgánica para mejorar su estructura, así como la instalación de una red de drenajes que elimine los excesos de agua.

Vivero

Las plantitas del patrón se trasplantan a bolsas de plástico negro de aproximadamente 40 cm de altura y 12 cm de diámetro, con un fuelle de 8 cm, con 3 líneas de perforaciones a los lados y 1 perforación en el fondo, las cuales se llenan con una mezcla de suelo, con algún material que mejore la textura y estructura del mismo, como por ejemplo la granza de arroz. Se recomienda agregarle un fertilizante con alto contenido de fósforo como la fórmula comercial 10-30-10.

Para reducir los problemas de malezas, plagas y enfermedades es conveniente desinfectar la mezcla del suelo con un producto fumigante del suelo autorizado, con la debida anticipación, antes de realizar el trasplante. El riego al momento del trasplante es sumamente importante aún cuando el suelo esté ligeramente húmedo.

Durante el período que duren los arbolitos en el vivero se deben efectuar deshierbas manuales, el combate de plagas y enfermedades, la aplicación de fertilizantes así como eliminar cualquier brote lateral, cuando está tierno para favorecer el engrosamiento del tallo y evitar daños y deformaciones si se poda el brote ya maduro.

El diámetro apropiado para hacer el injerto debe ser de 1 a 2 cm, lo cual se obtiene entre los 8-12 meses de edad.

El injerto debe hacerse a una altura no menor a los 25 cm, ni mayor a los 40 cm.

Cuando el brote del injerto tiene alrededor de 50 cm de altura, puede ser trasplantado al campo definitivo.

PREPARACION DEL SUELO

Cuando el terreno es plano, se procede a marcarlo de acuerdo a la distancia y sistema de siembra escogido.

El hoyo que se haga deberá ser de por lo menos 60 cm x 60 cm x 60 cm.

Al momento de la siembra, en el fondo del hoyo se aplican 250 g de fertilizante de las fórmulas de 10-30-10 o 12-24-12, alguna fuente orgánica como gallinaza (ejemplo 2 kg) y cal (1 o 2 kg) si el pH del suelo es inferior al indicado.

En caso de que la topografía no lo permita, se trazarán curvas de nivel distanciadas una de otra de acuerdo a la distancia de siembra elegida.

SIEMBRA

Se deben plantar árboles injertados de 1 o 1 ½ año que estén libres de plagas y enfermedades, que tengan una buena unión patrón-injerto, con un tronco único, vertical, que mida como mínimo 50-60 cm; de altura con una copa vigorosa formada por 3 a 5 ramas y una correcta formación de la raíz.. Se sugiere adquirir las plantas en viveros que certifiquen el patrón, la variedad y la sanidad de los arbolitos.

La escogencia de las distancias de siembra, dependerá de las diferentes variedades y del patrón. Como guía, en el cuadro 7, se presentan algunas distancias de siembra, para el sistema rectangular o en tres bolillos.

CUADRO 7: Distancias de siembra y densidad utilizadas en plantaciones de cítricos.

Cítrico	Distancia		Número de árboles por hectárea	
	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima
Naranja	8 m x 6 m	8 m x 4 m	312	208
Limones	8 m x 6 m	7 m x 5 m	286	208
Mandarina	8 m x 6 m	7 m x 5 m	286	208

Grapefruit	9 m x 7 m	8 m x 6 m	208	159

Para el caso de grapefruit o algún otro cítrico que al principio sea de crecimiento lento, se sugiere también utilizar la distancia de 6 m x 4 m y posteriormente, cuando la plantación esté muy densa, se hace un raleo para obtener una distancia de 6 x 8.

MANEJO DE LA PLANTACION

Fertilización

Los cítricos se pueden desarrollar bajo una amplia gama de niveles de nutrimentos y es imposible definir un solo programa de fertilización, que pueda ser considerado mejor que otros y para todas las condiciones. Todo programa de fertilización debe reconocer y estimar la existencia de diferencias que incluyen suelos, patrones, variedades, edad de la planta, programas anteriores de fertilización, estado fitosanitario de la planta y muchos otros factores.

Si bien es cierto que hay recomendaciones generales, es importante tener presente que las dosis recomendadas deben de constituir tan solo una guía para el productor y no una fórmula rígida o definitiva.

Se debe tener presente también que sólo el análisis de suelo, no permite formarse una idea completa sobre la verdadera absorción de nutrimentos para la planta, por lo que se debe acudir al análisis foliar como complemento muy eficiente, sin dejar de lado las extracciones que realiza la producción de frutos.

Antes del establecimiento de la plantación se deberán hacer análisis de suelos para determinar las necesidades de fertilización y aplicación de enmiendas o abonos orgánicos.

La fertilización de los cítricos se hace principalmente con abono de fórmula completa como la 18-5-15-6-2, 20-7-12-3-1,2, 15-5-5 y nitrato de amonio.

En la siembra, se adiciona media libra de una fórmula fertilizante alta en fósforo, como la 10-30-10 o 12-24-12, en el fondo del hoyo, y se debe cubrir con una capa de suelo de unos 5 cm de espesor. La fertilización posterior aparece en el cuadro 8.

Durante los dos primeros años, en que los más importante es darle desarrollo a la planta, el fertilizante nitrogenado se aplicará fraccionado para mejorar la eficacia de su utilización, ya que aplicado de esta forma se mantiene el nivel de nitrógeno disponible para la planta en forma más constante y prolongada y se disminuyen las pérdidas por lavado ocasionada por las lluvias.

A partir del tercer año conviene hacer análisis del suelo y foliar para determinar las necesidades reales de fertilización, dado que se puede estar supliendo en exceso algún elemento o dejando de lado otro que esté deficiente, y repetirlos cada dos o tres años. Para árboles en producción se recomienda tomar hojas de 5 a 8 meses de edad para el análisis foliar.

Normalmente al interpretar los análisis de suelo, no se considera la acidez originada por el aluminio intercambiable y por el porcentaje de saturación de aluminio, que para el caso de cítricos lo ideal es que oscile entre 20 % y 30 %. Si este valor es mayor de 30% las necesidades de encalado empezarán a ser patentes. A pesar de que, por lo general, todos nuestros suelos requieren ser encalados, éste deberá hacerse con sumo cuidado dado que se pueden alterar las relaciones Ca/K y Ca/Mg de tal manera que se originen problemas secundarios de fertilidad, difíciles de corregir.

Por último, como norma general, las plantaciones de cítricos se encuentran establecidas en suelos que en su gran mayoría presentan problemas nutricionales de magnesio, boro, zinc, por lo que se recomiendan las aplicaciones foliares de estos elementos con los debidos cuidados que algunos de ellos requieren, cual es el caso del boro.

CUADRO 8: Sugerencias para fertilizar cítricos

Edad (años)	Gramos/Arbol/Año		
	I aplicación (mayo) Abono fórmula completa*	II aplicación (julio - agosto) Abono fórmula completa*	III aplicación (final época lluviosa) Nitrato de Amonio
1	120	120	90
2	240	240	180
3	360	360	270
4	480	480	360
5	600	600	450
6	720	720	540
7	840	840	630
8	960	960	720
9	1080	1080	810

10	1200	1200	900

* 18-5-15-6-2, 20-7-12-3-1,2, 15-15-15.

Combate de malezas

El combate de malezas es una práctica de mucha importancia después del trasplante y durante el desarrollo de los arbolitos. Cuando los árboles son grandes se recomienda el uso de herbicidas para destruir la maleza de las rodajas. En las entrecalles se puede realizar la deshierba mecánica o manual pero se debe tener mucho cuidado de no provocar heridas en las raíces y la base del tallo.

Se ha logrado un combate de malezas efectivo mediante el uso de mezclas de herbicidas postemergentes y preemergentes como los indicados en el cuadro 9; también la mezcla de glisofato y oxifluorfen ha dado un buen combate de malezas en cítricos. En caso de tener problemas específicos de gramíneas se puede usar el fluazifop-butil.

La aplicación de herbicidas con mechas especiales ha resultado muy buena técnica y se puede usar cuando hay problemas de viento y los árboles son muy pequeños.

El uso de coberturas en las entrecalles es una práctica muy recomendable; puede ser pasto natural o una leguminosa como el trébol, pero se debe evitar el kikuyo o pasto estrella y tener cuidado de mantener las rodajas limpias.

CUADRO 9: Algunos herbicidas que pueden utilizarse para el combate de malezas en cítricos.

Herbicida	Nombre comercial	Dosis l pc/ha	Modo de acción
Terbutilazina	Gardoprim 500 FW*	3	pre y posemergencia
Simacina	Gesatop 500 FW*	2	selectivo y preemergencia
Oxifluorfen	Goal	2	selectivo y pre y posemergencia
Paraquat	Gramaxone, Radex	1	total posemergencia
Glifosato	Round up	2	posemergencia

* Se debe utilizar hasta uno o dos años después de establecida la plantación. pc: producto comercial. Fuente: Ing. Claudio Gamboa. Estación Experimental Agrícola. Fabio Braudit Moreno. Diciembre 1986.

Poda

La poda es la práctica de recortar o eliminar cierta porción de las ramas de un árbol, con el fin de influenciar su forma, desarrollo y producción. Los principales objetivos son: producir árboles

vigorosos, bien formados y sanos, obtener una distribución equilibrada de fruta de buena calidad en todo el árbol, facilitar los trabajos en el árbol (atomizaciones, cosecha) y en el suelo (fertilizaciones, combate de malezas, paso de maquinaria, etc.) y conseguir que la producción sea precoz y uniforme todos los años.

Los árboles cítricos deben recibir podas en el vivero para darles una buena formación cuyo objetivo es formar la estructura del árbol para lograr una buena disposición de las ramas madres con uniones fuertes.

La poda de formación se debe realizar al año de edad del arbolito especialmente al final de la estación seca y antes de que se reinicie el crecimiento, con las primeras lluvias, mediante el despuntamiento de la rama principal. Una vez que emergen los brotes laterales se dejan sólo entre tres a cinco ramas principales bien distribuidas alrededor del tronco y cada cierto trecho a lo largo del tallo principal, para evitar que salgan de un mismo lugar, lo cual favorecería la ruptura de las ramas.

Cuando estas ramas tienen entre 30 a 50 cm de largo, se pueden despuntar para favorecer su ramificación, pero lo más recomendable es no hacerla y dejar el árbol a libre crecimiento, ya que la copa natural de los cítricos tiene una forma muy adecuada.

La poda de fructificación debe ser muy moderada y consiste en el aclareo y despunte de las ramas, con el fin de mantener los árboles lo más bajos posibles, regular la densidad del follaje para prevenir enfermedades por falta de aireación y aumentar la penetración de la luz al interior del árbol.

La poda de saneamiento se debe efectuar periódicamente para eliminar ramas y ramillas enfermas y rotas.

En algunos casos, cuando los árboles han envejecido prematuramente por diversas razones es conveniente efectuar una poda de rejuvenecimiento, la cual consiste en podar severamente el árbol dejando el tronco y ramas principales para forzar un crecimiento nuevo y vigoroso; esta poda debe complementarse con aplicaciones de fertilizantes, control de plagas, enfermedades, malezas, etc.

Con el fin de proteger y acelerar la cicatrización de ramas de más de 2 cm de diámetro se recomienda cubrir los cortes con sustancias protectoras. Estas sustancias protegen la herida del sol, lluvia, patógenos y mantiene un ambiente húmedo en torno a la herida, lo que favorece el proceso de cicatrización; entre estas podemos mencionar el alquitrán de madera (previamente se pinta con caldo Bordelés), Basofrix (preparado comercial) o una mezcla de pintura vinílica y fungicida (Orthocide, o un fungicida a base de cobre).

Riego

En las zonas con un período seco mayor de tres meses al año, es necesario la aplicación de riego para lograr altos rendimientos y evitar la muerte de los árboles, especialmente durante los primeros años. La aplicación de riego por gravedad es el método más barato aunque requiere de un mayor volumen de agua.

En los lugares en que el agua es escasa durante la época seca, el riego por goteo es el método ideal, aunque es más caro.

La cantidad de agua requerida y el intervalo de aplicación depende de varios factores como: tamaño de la plantación, el clima del lugar y textura del suelo.

PLAGAS DE LOS CITRICOS

La problemática fitosanitaria de los cítricos es muy amplia, ya que son afectados por una gran cantidad de insectos, hongos, virus, bacterias y otros organismos parásitos.

Muchas veces la importancia del ataque de insectos no radica únicamente en el daño directo que produce, sino en problemas conexos como es el caso de los insectos trasmisores de enfermedades virosas, infecciones bacterianas y toxinas.

Insectos que afectan al follaje

Hormigas grandes: representan un peligro ya que en poco tiempo son capaces de defoliar matas enteras. El nombre científico es Acromyrmex sp (Hymenop. Formicidae) y Atta sp (Hymenop.Formicide), el nombre vulgar es Zompopas, hormiga arriera.

La hormiga brava Solenopsis geminata atacan las hojas tiernas. Otras hormigas causan daños indirectos, ya que propagan otros insectos perjudiciales o hacen nidos en partes aéreas y causan picadas a los cosechadores. Estas son: Componotus crassus (Hymenoptera Formicidae), Crematogaster brevispinosa (Hymenoptera Formicidae), Cephalotes atrata (Hymenoptera Formicidae) y Componotus spp (Hymenoptera Formicidae).

El trigono o avispa arragre atacan las hojas jóvenes de los cítricos trigono silvestrianum (Hymenop apidae).

Insectos que causan daño al principio del invierno:

Causan daño exporádico, se alimentan de cogollos, hojas tiernas y a veces de flores y botones florales, también comiendo irregularmente los bordes de las hojas. Estos son: Psiloptera sp (Coleoptera, buprestidae), Litostylus sp (Coleoptera, curculionidae), Pyllophaga sp (Coleoptera, scorabacidae) y Glyotoscelis sp (Coleoptera, chysomelidae).

El gusano pega-pega atacan la epidermis de las hojas tiernas, enrollan y pegan unas con otras, como telaraña, el nombre científico es Platynota sp (Lepidop.tortricidae).

Insectos que afectan hojas, ramas y frutos:

Mosca del mediterráneo: *Ceratitis capitata* (Wied) (Dipteria: Tephtitidae)

Es la principal mosca dañina de los cítricos en Costa Rica. Es de tamaño similar al de la mosca casera, pero de color amarillo con manchas color café en las alas y ojos azules. El daño es causado por las larvas, ya que se desarrollan y alimentan de los frutos maduros, los cuales se caen del árbol.

Para disminuir el ataque de estas moscas se recomienda un manejo integrado que consiste en:

- Recoger los frutos infestados y enterrarlos bajo una capa de tierra de 50 cm, la que se debe apisonar bien.
- Cortar la fruta apenas esté sazona, ya que la mosca ataca la fruta madura.
- Eliminar de la plantación y alrededores, en la medida de lo posible otras plantas hospederas de la mosca como es el café, el nance, durazno y el almendro de playa.
- Si la incidencia del insecto es alta es recomendable liberar avispitas parásitas tales como: *Biosteres longicaudatus* Ashmead, *B*., *concolor, Aceratoneuromjia indica y Pachycrepoideus bindeias.*
- Si la incidencia es baja, se recomienda liberar machos estériles, de la mosca.

Las avispas parásitos y machos estériles son criados en el Laboratorio de Control Biológico de Sanidad Vegetal, Ministerio de Agricultura y Ganadería, situado en Pavas (Frente a las instalaciones del Aeropuerto Tobías Bolaños).

El combate químico de la mosca del mediterráneo puede hacerse con insecticidas como malation (Malathion 57% CE, 0,4 l/100 l), triclorfon (Dipteres 80% PS, 0,4 kg/100 l) o fenthion (Lebaycid 40%, 300 cc/100 l) pero siempre se le debe agregar una sustancia atrayente como:

- Proteína hidrolizada (cuatro veces la cantidad de insecticida),
- Miel de purga o jugo de frutas naturales (1 l/100 litros de solución del insecticida),
- la mezcla conocida como *Torula* (distribuída por la Compañía Farmacéutica), la cual ha demostrado ser más efectiva que los anteriores atrayentes.

El insecticida con atrayente no se debe aplicar en toda la plantación sino únicamente en una rama de uno de cada cinco árboles.

Afidos: Toxoptera aurantii (Fons.)(Homoptera: Aphididae)

Aphis gosypii(Homoptera: Aphididae)

Aphis spiraecola (Homoptera: Aphididae)

Son insectos pequeños (3 mm) a veces con alas que se agrupan en el envés de las hojas más tiernas, las que se enroscan debido a la succión de savia.

Esta plaga tiene muchos enemigos naturales tales como: *Coleomegilla maculata, Cycloneda sanguinea, Scymmus* sp., *Hyperaspis* spp., (Coleoptera: Coccinellidae), *Chrysopa* spp., y *Hemerobius* spp.; (Neuroptera: Chrysopidae), las moscas *Syrphus* spp. y *Beccha* sp., (Diptera: Syphidae) y la avispa *Aphidius* spp., (Hymenoptera: Braconidae). Sin embargo, cuando las poblaciones son altas se puede aplicar algún producto como: malation (Malathion 57% CE, 150 ml/100 l) o diazinon (Diazinon 60 E, 160 ml/100 l).

Cochinilla harinosa: Planococcus citri Risso (Homoptera: Coccidae)

Es un insecto blando que mide cerca de 0,5 cm. Su cuerpo está recubierto por una capa cerosa pulverulenta blanca, por la que salen filamentos.

Esta plaga tiene numerosos predatores naturales. Si la población es muy alta es conveniente aplicar un insecticida como diazinon (Diazinon 60% CE; 0,3 - 0,5 l) malation (Malathion 57% CE; 0,5 l) methil paration (Mathil paration 50% CE, 0,2 l) o clorpirifos (Lorsban E, 0,3 - 0,5 l) disueltos en 200 l de agua y aceite mineral (Agrol, 2-3 l).

Es muy importante atomizar con alta presión y cubrir todo el árbol.

Gusano o perro del naranjo: *Papilio sp.* (Lepidoptera: Papilionidae)

La larva se alimenta de las hojas y causa daños severos al follaje.

El combate se realiza con metomil (Lannate, 32 g/16 l) o metil paration (Methyl-parathion, 40 cc/16 l de agua).

Abeja arragre: *Trigona sp.* (Himenoptera: Apidae)

Cuando el ataque es considerable es conveniente destruir los nidos, ya sea quemándolos o aplicándoles un insecticida granulado en la entrada del panal, como el malation (Malathion 25% PM), carbaril (Servin 80% PM) o lention (Levaycid 50% CE).

Escama coma: *Lepidosaphes bekii* New (Homoptera: Coccidae)

Esta escama es específica de los cítricos. Tiene un color oscuro y forma de coma, ataca el tronco, las ramas, follaje y frutos.

Un enemigo natural muy efectivo para disminuir la incidencia de esta plaga es la avispita parásita *Aphytis lepidosaphes.*

Escama roja de la Florida: *Chrysomplalus ficus* (Homoptera: Diaspidae)

Posee un cuerpo redondo como un punto oscuro en el centro del escudo. Ataca principalmente hojas y frutos.

El principal enemigo natural es *Aphytis holoxantus* Debach.

Escamas blancas: *Saissetia oleae Bern* (Homoptera: Coccidae)

Escamas negras: *Saissetia hemisphaerica* (Homoptera: Coccidae)

Miden cerca de 5 mm, su cuerpo es blando con una figura en forma de H en el dorso. Están asociados con la fumagina.

La escama negra es parasitada muy eficientemente por la avispita *Scutellista cyanea* Mot; además ambas especies son atacadas por el coccinélido *Azyaluteipes* Mul.

Escama verde: *Coccus virides Green* (Homoptera: Coccidae)

Ataca cítricos jóvenes o las partes terminales tiernas.

Escama nivel: *Unaspis citri Comstock* (Homoptera: Diapididae)

Los machos se recubren con una capa cerosa color blanco y las hembras de color oscuro. Ataca el tronco, ramas, follaje y frutos.

El principal enemigo natural en nuestro país es la avispita parásita *Aspidiotiphagus citrinos* Craw y los depredadores como *Chilocorus cacti* L., también los hongos entomófagos *Aschersonia aleyrodis* Webber y *Fusarium* spp. Contribuyen a la eliminación de esta plaga.

Combate de las escamas:

Cuando el ataque es muy serio, podar las ramas y partes afectadas y quemarlas o enterrarlas.

Además, se pueden combatir con cualquiera de los insecticidas recomendados a continuación, en mezcla con aceite de tipo mineral y aplicados con alta presión: malation (Malathion 57% CE; 1,2-1,5 l/250-300 l), diazinon (Diazinón 60% CE; 0,75-1,0 l/250 l), diametoato (Rogor L-40 o

Roxión 40% CE; 0,75-1 l/250 l), monocrotofos (Nuvacrom 60% CE; 250 cc/250 l) o metidation (Supracide 40% CE; 0,75 l/250 l).

Acaros y su combate:

Los cítricos son los cultivos más atacados por esta plaga.

Acaro de herrumbre: *Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead) (Acarina: Eriophydae)

Este ácaro puede provocar en el fruto síntomas muy variados. Generalmente su ataque le da una tonalidad negra-azulada o bronceada y a la vez provoca el engrosamiento de la cáscara.

Acaro plano: *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acarina: Tenuipalpidae)

En el fruto provoca un resquebrajamiento de la cáscara, la que adquiere tonos pardos, grisáceos o blanco hueso. En las hojas produce amarillamiento parciales o totales. Puede estar relacionado con ataques de los hongos que producen la mancha grasienta en las hojas y la sarna o roña en el fruto.

Acaro pavorreal: *Tuckerella knorri* (Acarina: Tuckerellidae)

En limones ácidos variedad Mesina provoca un negreado severo de la cáscara, conjuntamente con el hongo que causa la sarna.

Otros ácaros que atacan los cítricos son: *Eutetranychus banksi, Tetranychus mexicanus, T. salasi* (arañitas rojas), *Polyphagotarsonemus latus* (el ácaro del chile) y *Panonychus citri;* este último puede llegar a ser una plaga severa de los cítricos de Costa Rica.

Combate

Contra *Brevipalpus, Phyllocoptruta y Polyphagotarsonemus* se puede utilizar acaricidas con azufre (Tiovit, Azufral, Coo-azufre con I.A. 90% PM 5 g/l). El azufre aplicado cuando las temperaturas son altas puede ser fitotóxico, por lo que se recomienda aplicarlo al atardecer (5 p.m. en adelante). Para los demás utilizar los acaricidas en el envés de las hojas.

Enfermedades de los cítricos y su combate

La mayor parte de las enfermedades son causadas por hongos que atacan aquellas plantas que se encuentran debilitadas por un mal manejo (programas de fertilización inadecuados o ausencia de ellos, heridas, ausencia de riegos, drenaje deficiente, etc.). Es por esto muy importante tomar las medidas tendientes a mantener la planta en condiciones óptimas de desarrollo.

En este cultivo, los virus pueden ser la causa de la disminución de los rendimientos y el decaimiento de toda la plantación. Los métodos más económicos para disminuir su incidencia están basados en medidas preventivas, es decir usar patrones y variedades resistentes y/o certificadas, esto es, que se tenga una seguridad razonable de que las plantas no están infectadas.

Gomosis: *Phytophthora citrophthora, P. parasitica, P. palmivora*

Los síntomas son ligeramente diferentes según se trate de plantas jóvenes o árboles adultos.

En la base del tallo de las plantas jóvenes, se presentan pequeñas manchas oscuras, irregulares, las que se convierten en grietas en la corteza y de la cual sale una exudación gomosa de color marrón. Esta zona necrótica se extiende y anilla el tallo por lo que las hojas se marchitan y se amarillean y el árbol muere rápidamente.

En árboles adultos, a nivel del suelo, sobre el tronco aparecen manchas irregulares de color marrón oscuro; con el tiempo, la corteza se agrieta y exuda goma. la necrosis se desarrolla entonces hacia arriba y hacia abajo alcanzando la base de las grandes raíces.

En el curso del ataque ocurre un amarillamiento del follaje y la aparición de flores fuera de estación. Cuando la necrosis circunda el tronco, el árbol se seca, las hojas y los frutos caen y el árbol muere totalmente.

Esta enfermedad se combate mediante:

- el uso de patrones resistentes,
- buen drenaje del suelo,
- evitar heridas, en la base del tallo y raíces,

si la lesión no está extendida, se puede practicar "cirugía vegetal" removiendo los tejidos enfermos hasta encontrar tejidos sanos y desinfectar la zona raspada con formalina al 10% o permanganato de potasio (1g/l de agua). Después se cubre con pasta bordelesa (sulfato de cobre 1 kg + cal 1 kg disueltos en 10 litros de agua), y

. Aplicar cualquiera de los siguientes fungicidas: al follaje (Aliette, 40 g/16) y metalaxyl o fenaminosulf (Ridomil y Dexon, 1 onza/16 l) aplicados al suelo.

La aplicación al follaje se hace si éste se encuentra aún en condiciones de aprovechar los fungicidas. No deben mezclarse con fertilizantes nitrogenados adherentes, aceites o productos a base de cobre. En árboles con muy poco follaje puede usarse el Ridomil 5 G (30 g/árbol) al inicio de las lluvias y repetir a las doce semanas. El Dexon no se debe aplicar en horas de mucha luz, ya que es muy fotolábil.

Enfermedad rosada: *Corticium salmonicolor*

Este enfermedad se detecta por la presencia de ramas muertas. El ataque se inicia en las ramas principales que se cubren con un tejido de color blanco que posteriormente se torna rosado.

Para combatir la enfermedad se deben podar las ramas enfermas y proteger los cortes con pasta cubre cortes y sacar de la plantación las ramas que se cortaron y quemarlas.

También se pueden aplicar fungicidas en mezcla como mancozeb (Mancozeb 56 g) con tridemorf (Calixin, 14 g) y tridemorf con hidróxido de cobre (Kocide, 32 g).

Sarna o Roña: *Sphaceloma fawcetti*

Ataca los frutos al inicio de su desarrollo, las hojas jóvenes y las ramas pequeñas. Causa verrugas y protuberancias de textura áspera y seca.

Para combatir la enfermedad se recomienda aplicar fungicidas a base de cobre o carbomatos como ferban, benomil, mancozeb o clorotalonil, cuando el tejido tierno inicia su desarrollo y cuando las dos terceras partes de las flores han caído. El clorotalonil se aplica una semana después de que se ha aplicado la mezcla de benomil con mancozeb, la cual se utilizará cada 8 días durante el primer mes y luego cada 15 días durante dos meses, solamente.

Maya: *Rosellina sp.*

La enfermedad provoca la podredumbre de la raíz, la que se recubre de un tejido color pardo oscuro. El follaje se amarilla y hay un decaimiento gradual de la planta que indica la infección de la raíz.

Si la enfermedad ha afectado la plantación las plantas enfermas se deben erradicar y desinfectar el área de Vapam, Formalina al 5%, o PCNB (80 g/16 l). Además, se debe evitar la dispersión del suelo y aislar las partes afectadas con aplicaciones de cal.

Como combate proventivo, aplicar PCNB (40 g/planta) en la base de las plantas que se encuentran alrededor de las plantas enfermas.

Antracnosis: *Collectotrichum gloesporioides*

Afecta los frutos, las hojas y las ramas jóvenes. En la punta de estas ramas se desarrolla una necrosis que avanza hasta la base produciendo la muerte descendente. Las hojas enfermas con manchas de color café clara son de textura seca, quebradiza y se caen.

Para combatirla, se recomienda podar las ramas muertas y dar protección a los cortes, evitar los factores que debiliten las plantas como el mal drenaje, el ataque de plagas, nutrición deficiente, etc. Los fungicidas que pueden utilizarse son el mancozeb (Mancozeb, 56 g/16 l) y fungicidas a base de cobre.

Mildiu polvoso: *Oidium tingitaninum*

Se presenta comúnmente en tallos y hojas tiernas, donde causa manchas de color blanco de apariencia polvosa. Las hojas afectadas son más angostas y retorcidas.

El combate se realiza mediante atomizaciones cada 15 días, con fungicidas a base de azufre, alternandolos con benomil.

Melanosis: *Diaporthe citri*

Afecta frutos, hojas y ramas jóvenes. Se combate con fungicidas a base de cobre.

Mancha grasienta: *Mycosphaerella horii*

Afecta el follaje. Las lesiones se inician cuando el follaje está tierno pero no se notan hasta que ha madurado. Son manchas de color amarillo que se tornan negro brillante a medida que avanza la enfermedad.

Si el ataque es severo, se pueden hacer atomizaciones con productos a base de cobre o carbanatos.

Tristeza: Virus de la tristeza

Es de reciente introducción en nuestro país por lo que todavía no se puede valorar su impacto económico. La identificación de sus síntomas son de gran importancia, ya que la gran parte del las plantaciones de la Región Central del país, están sobre patrones de naranja agria, que es muy susceptible a esta enfermedad.

Este virus ha causado grandes pérdidas en especies susceptibles en todo el mundo y en las área citrícolas donde las plantas están injertadas sobre naranja agria millones de plantas han sido destruidas.

Los árboles afectados cambian de color verde intenso del follaje por un verde claro y mate, que algunas veces va seguido de un amarillamiento general. Se produce una defoliación y muerte progresiva de ramas. Los brotes son escasos y se producen principalmente en las ramas gruesas del interior del árbol. Los frutos son pequeños y maduran prematuramente.

El combate en las zonas poco afectadas incluye la cuarentena, la erradicación de plantas afectadas, combate de áfidos y el establecimiento de nuevas plantaciones sobre patrones tolerantes.

En zonas fuertemente afectadas se deben usar patrones tolerantes, cuarentena, protección cruzada o preinmunidad.

Entre los áfidos vectores de la enfermedad se reportan: *Toxoptera citridus, Aphis gossypii, Aphis citricola (A. Spiraccola), Toxoptera auranti, Myzus persicae, Aphis craccivora, Vroleucon jaceae.*

Exoxortis

Esta enfermedad es causada por viroides, o por uncomplejo de ellos que están clasificados en varios grupos y se diferencian entresí por sus características moleculares, rango de hospederos y transmisión independiente.

Resultan suceptibles el patrón trifoliata y sus híbridos, algunas variedades de lima, limón, lima rangpur y pomelos, donde se manifiesta el enanismo más o menos notable, rajaduras verticales y escamamiento en la corteza. Produce moteado clorótico y rajaduras de ramas en lima persa y cidra.

Experimentos realizados en Australia, Estados Unidos y Brasil, empleando patrones suceptibles, han evidenciado que los brotes severos de exocortis pueden provocar reducciones en la cosecha de hasta un 60%, cuando las infecciones ocurren en los primeros años y los efectos disminuyen cuando se dan en árboles desarrollados.

La exocortis se transmite principalmente por material de propagación contaminado y por medio de los instrumentos de poda y corte.

Blight

El agente causal es desconocido. Se presenta en todas las variedades y patrones, siendolos más suceptibles el limón rugoso, lo trifoliados y el volkameriana.

Los síntomas iniciales aparecen a partir de los 8 años. Es característica la marchitez del follaje localizada o generalizada, deficiencias de zinc, microfolia, ramas secas, muerte regresiva de la copa, retardo de la brotación vegetativa y la floración y frutas pequeñas.

Clorosis variegada de los cítricos

El agente causal de la enfermedad se reporta como *Xilella fastidiosa*, bacteria Gram (-), alojada en el xilema. Afecta el tamaño y calidad de la fruta. Se propaga rápidamente y se transmite por material vegetativo infectado y por vectores (Sa}ltahojas).

Se caracteriza en sus inicios por una clorosis en la parte media y superior de la copa que se generaliza posteriormente. Las hojas presentan síntomas parecidos a deficiencias de zinc, las cuales evolucionan hasta una clorosis variegada, cuyas manchas amarillas corresponden con otras carmelitosas en el envés, que pueden ser puntuales o alargadas.

Los frutos se presentan duros y pequeños. El árbol muestra un aspecto enanizado.

Existen otras enfermedades causadas por virus y viroides, las cuales se transmiten por medio de material vegetativo (por injerto). Para prevenirlas se recomienda verificar por medio de un laboratorio que el material este libre de enfermedades virosas.

Fumagina: *Capnodium citri*

Se desarrolla sobre secreciones azucaradas producidas por insectos. Daña la calidad del fruto y disminuye la eficiencia de producción de la planta. Este hongo no ataca si se hace un buen combate de los insectos que propician el desarrollo de la enfermedad (escamas, áfidos y otros insectos chupadores).

COSECHA

Como cualquier fruta, los cítricos deben cosecharse con sumo cuidado para evitar golpes, heridas y otros daños que afectan la calidad y su conservación.

No se debe subir a los árboles, ni coger las frutas con ganchos; para ello hay que disponer de una escalera. Se recomienda cortar la fruta a mano, preferiblemente cuando las frutas están secas del rocío o del agua de lluvia.

En las naranjas y grapefruits se corta el pedúnculo con tijeras especiales haciendo una ligera torción, de manera que el cáliz quede adherido. Las mandarinas, que tienden a rasgarse en la inserción del pedúnculo, deben cortarse con tijeras únicamente.

Conocer el estado óptimo de madurez para realizar la cosecha es definitivo y se deben contemplar varios aspectos: coloración, tamaño, contenido de juego, de sólidos solubles (Brix), de ácidos y la relación sólidos solubles totales y ácidos totales. Para los limones, se considera que el índice principal para iniciar la cosecha es el contenido de jugo y no la coloración, pero también se utiliza el momento en que el color verde oscuro pasa a verde claro.

Las naranjas, de acuerdo a la variedad, presentan una coloración anaranjada, que las hará más atractivas cuanto más intensa sea.

Las toronjas desarrollan un color amarillo típico y las mandarinas presentan una coloración naranja rojiza, aunque en Costa Rica en las mandarinas corrientes no concuerda la madurez fisiológica con el desarrollo de color de la cáscara.

En lo que a contenido de jugo se refiere será mayor cuando el fruto está maduro ya que inmaduro es más difícil su extracción.

Cuando se trata de frutos para exportación o industrialización, el punto ideal de cosecha, puede determinarse a través de análisis del jugo, que indicará los sólidos solubles totales y los ácidos totales, si se tiene en consideración que el proceso de maduración también está acompañado paralelamente por una acumulación de sólidos solubles principalmente azúcares y una disminución de la acidez que se debe fundamentalmente al contenido de ácido cítrico.

La relación entre los sólidos solubles totales (grados Brix), específico para cada variedad, con los ácidos totales, constituye la norma de calidad para estas frutas. Al inicio de la madurez los sólidos solubles totales son bajos y la acidez es alta pero a medida que la fruta madura, el contenido de sólidos solubles aumenta por lo que la relación se hace menor.

BIBLIOGRAFIA

BAR-AKIVA, A. 1971. Functional aspects of mineral nutrients in use for the evaluation of plant nutrient requirement. In: Recent Advances in Plant Nutrition. Vol. l, p. l 15- 142. R.M. Samish, ed. Gordon & Brech Sci. Publ. Nova Iorque, Londres, Paris. 342 p.

BARBER, S.A. y OLSON, R.A. 1968. Fertilizer use on corn. In: Changing patterns in fertilizer use. p. 164-188. R.C.

Dinauer, ed. Soil Sci. Soc. America, Inc. Madison.BATAGLIA, O.C.; RODRÍGUEZ, O.; HIROCE, R.; GALLO, J.R.; FURLANI, P.R. y FURLANI, A.M.C. 1977. Composiçao mineral de frutas cítricas na colheita. Bragantia (Campinas) 36(21): 215-221.

CHAPMAN, H.D. 1968. The mineral nutrition of citrus. L: The Citrus Industry, vol. 2, p. 127-289. W. Reuther, L.D. Batchelor & H.J. Webber, eds. Univ. of California, Div. Agr. Science. Berkeley. 398 p.

EMBLETON, T.W.; JONES, W.W. y PLATT, R.G. 1983. Leaf analysis as a guide to citrus fertilization. In: Soil and plant tissue testing in California. p. 8-13. H.M. Reisenauer, ed. Univ. of California, Div. Agr. Sciences. Berkeley Bull. 1879. 55 p.

ESPAÑA, B.P. y MORELL, J.R.A. 1992. Criterios agronómicos en la fertilización de los cítricos. Fruticultura Profesional. 51: 6-17.

FAO/IAEA. 1975. Root activity patterns of some tree crops. Tech. Rept. Ser. N□170. IAEA. Vienna. 149 p.

GALLO, J.R.; HIROCE, R. y RODRIGUEZ, O. 1966. Correlaçao entre composiçao das folhas e produçao e tamanho de frutas en laranjeira baianinha. Bragantia (Campinas) 25(7): 77-88.

KAEMPFER; M. y VON UEXKULL, H.R. 1966. Nuevos conocimientos sobre la fertilización de los cítricos. 3a. ed. Verlag Geselschaft fur Ackerbau. Hannover. 104 p.

KOO, R.C.J.; ANDERSON, C.A.; STEWART, I.; TICKER, D.P.H.; CALVERT, D.V. y WUTSCHER, H.K. 1985. Recommended fertilizers and nutritional sprays for citrus.
Agr. Exp. sta. IFAS, Univ. of Florida. Gainesville. Bull 536 D. 30 p.

MALAVOLTA, E. y VIOLANTE NETTO, A. 1989. Nutriçao mineral, calagem, gessagem e adubaçao dos citros. POTAFOS. Piracicaba. 153 p.

MALAVOLTA, E.; CASALE, H. y PICCIN, C. 1991. Sintomas de desordens nutricionais na laranja. Informaçoes Agronomicas (Piracicaba) 54: 1-3.

MARCHAL, J. y LACOEUILHE, J.J. 1969. Bilan mineral du mandarinier. Fruits (Paris) 24(6): 299-318.

PAREDES, F.L. & PRIMO MILLO, E. 1988. Normas para la fertilización de los agrios. IVIA. Fullets Divulgación 5-88. Valencia. 29 p.

QUAGGIO, J. A. 1990. Respostas da laranjeira Valencia (Citrussinensis L Osbeck) sobre limoeiro cravo (Citrus limonia L. Osbeck) à calagem e ao equilíbrio de bases nurn latossolo vermelho escuro de textura argilosa. Tesis. Doctorado. E.S.A. “Luiz de Queiroz”, USP. Piracicaba. 107 p.

RIVERO, J.M. 1968. Los estados de carencia en los agrios. 2a. ed. Ed. Mandi-Prensa. Madrid. 120 p.

SALVO FILHO, A. 1991. Manejo do solo em citricultura. In: Curso Intensivo de Citricultura. p. 69-80. J.O.M. Menten, J. Dourado Neto & P.V. Torrado, eds. A.E.C. Ceres/ESALQ. Piracicaba. 206 p.

SANCHES, A.C.; VAN RAIJ, B.; BLASCO, E.E.H.; MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; TEOFILO SOBR, J.; DE NEGRI, J.D.; RODRIGUEZ, O. y BATAGLIA, O.C. 1994. Recomendaçoes de adubação e calagem para citros no Estado de São Paulo. 3a. ed. rev. e atualizada. Laranja (Cordeirópolis) ed. especial. 27 p.

SHAINBERG, I.; SUNMER, M.E.; MILLER, W.P.; FARINA, M.P.W.; PAVAN, M.A. y FEY, M.V. 1989. Use of gypsum on soils: a review. Adv. in Soil Sci. 9: 1-111.

SILVA, F.S. (Ed.). 1994. Fertilidad de suelos. Diagnóstico y control. Soc. Colombiana de la Ciencia del Suelo. Santafé de Bogotá. 524 p.

VITTI, G.C. 1991. Nutriçao mineral, calagem, gessagem e adubação dos citros. In: Curso Intensivo de Citricultura. p. 53-68. J.O.M. Menten, D. Dourado Neto & P.V. Torrado eds., A.E.C. Ceres/ESALQ. Piracicaba. 206 p.

FERTILIZACIÓN EN HORTALIZAS

IMPORTANCIA

Se llama hortalizas a las plantas hortícolas cuya flor, fruto, tallo, hojas o raíces se consumen en estado fresco, cocido o industrializado. Las hortalizas están íntimamente ligadas al desarrollo agrícola y rural, ya que por el carácter intensivo de su cultivo son fuente de ocupación de mano de obra que de otra manera estaría subutilizada; contribuyen a la alimentación de familias de bajos recursos y ayudan a mantener un buen nivel nutricional.

El cultivo de las hortalizas produce ingresos monetarios a corto plazo, es un medio para lograr que los agricultores aprendan a adoptar tecnologías nuevas y adquieran una mentalidad de cambio. Su valor alimenticio se debe a que abastecen de calorías, vitaminas y minerales y son formadores de bulto o masa para una buena digestión. Las hortalizas más sembradas en nuestro país, son: el tomate, el pimentón, el pepino, el melón, la sandía, el zapallo, el repollo, la lechuga, la cebolla, el ajo, la zanahoria y la remolacha.

SUELOS

Los factores de mayor importancia en la producción de hortalizas de buena calidad y en forma económica, son: suelo en óptimas condiciones físicas y químicas, agua abundante y drenaje adecuado. Es necesario insistir en las condiciones físicas cuya incidencia en las relaciones suelo-agua-aire y suelo-planta, son bien conocidas. Se reconoce además, que el efecto de los fertilizantes sobre las plantas está condicionado, en gran parte, por las propiedades físicas del suelo. Una fácil y rápida infiltración del agua, y una moderada a alta capacidad de retención de ésta y de aire, son propiedades físicas deseables que se encuentran frecuentemente en suelos de textura franca, en los cuales prosperan muy bien las hortalizas. El uso de los abonos orgánicos, tan frecuente en quienes siembran hortalizas, posiblemente tenga su mayor efecto en la conservación o mejoramiento de las propiedades físicas del suelo, que en su aporte de nutrientes, también considerable. La materia orgánica mejora la estructura del suelo, papel en el cual los fertilizantes no pueden sustituirla, lo que sí ocurre con su aporte de nutrientes.

Las hortalizas, en general, prosperan bien en suelos con pH entre 5,5 y 6,8. Ejemplos de ellas son: ajo, ají, cucurbitáceas, pepino y tomate. Crecen bien en un pH entre 6 y 6,8 las siguientes: apio, cebolla, melón, remolacha y repollo.

Como se puede apreciar en la Tabla 13.1, tomada del ICA, entre los suelos dedicados a hortalizas, hay un buen número que requiere el empleo de enmiendas para subir el pH, muy especialmente en los departamentos de Antioquia, Cauca, Cundinamarca y Santander. En los suelos del Tolima y Valle, se requiere muy poco el uso de enmiendas en general. Debido a su rápido crecimiento y desarrollo, y a la gran cantidad de materia vegetal que adquieren en tiempo corto, las hortalizas necesitan de la fertilización más que otros cultivos, como muy bien lo saben los agricultores que las cultivan, cuya gran mayoría, si no todos, las abonan tanto con materia orgánica como con fertilizantes químicos. De ahí que aún en los suelos con altos contenidos de

nitrógeno, fósforo y potasio se requiera aplicar estos elementos, y que, en los suelos con contenidos bajos y medios las cantidades que se deben aplicar sean relativamente altas, como se aprecia en la Tabla 13.2. Con relación al contenido de fósforo en el suelo, la Tabla 13.1 muestra que hay un claro predominio en los suelos bajos y medios en este elemento, o sea, suelos con requerimientos y probabilidad altas de respuesta a la aplicación de fertilizantes fosforados. Con relación al contenido de potasio, se observa que en un buen porcentaje de los suelos de Boyacá, Cundinamarca, Huila y Norte de Santander, el número de suelos con requerimientos altos de este elemento, es similar al número con requerimientos medios. En los otros departamentos predominan los suelos con requerimientos altos de potasio.

REQUERIMIENTOS DE FERTILIZACIÓN

En la Tabla 13.2 se exponen las necesidades de fertilización de las diferentes hortalizas que se cultivan en Colombia, y los fertilizantes *Nutrimon* que se aconsejan. En el caso de crucíferas, como el repollo, la coliflor y otras, conviene hacer aplicaciones de sulfato de amonio, por su aporte de azufre, en el cual son exigentes estas plantas.

TABLA 13.1 Distribución porcentual de los valores de pH, fósforo y potasio en suelos dedicados a hortalizas en Colombia*.

Departamentos	pH			P			K		
	B	M	A	B	M	A	B	M	A
Antioquia	59	40	1	75	11	14	58	21	21
Boyacá	39	59	2	30	21	49	16	28	56
Cauca	48	49	3	82	11	7	34	32	34
Cundinamarca	43	55	2	42	25	33	32	20	48
Huila	39	59	2	54	24	22	27	25	48
N. de Santander	33	61	6	36	15	49	31	22	47
Santander	42	48	10	59	16	25	29	52	19
Tolima	18	73	9	44	16	40	45	24	31
Valle del cauca	12	82	6	65	15	20	35	28	37

* Tomado de: Instituto Colombiano Agropecuario. Estado actual de la fertilidad de los suelos colombianos y estimativos sobre las necesidades de fertilizantes para varios cultivos. Ministerio de Agricultura. Bogotá.

TABLA 13.2 Guía general para la fertilización Nutrimón de algunas hortalizas*.

Hortalizas	Fertilizantes**	Dosis bultos/ha	Época de aplicación	Sistema de aplicación
Repollo-coliflor***	13-26-6	8 a12	Siembra o trasplante	En bandas o en corona
Zanahoria-remolacha	13-26-6 O 15-15-15	8 a12		
Cebolla***	13-26-6 O 15-15-15	10 a 16		
Tomate***	13-26-6 O 15-15-15	8 a12		
Lechuga y otras Hortalizas de hoja	15-15-15 O 13-26-6	8 a12		

* La recomendación de fertilizantes específica para cada cultivo debe ser formulada por el Ingeniero Agrónomo de Asistencia Técnica, con base en el análisis de suelos.
** En la mayoría de los casos la fertilización química debe complementarse con una dosis apropiada de abono orgánico.
*** Adicionar 2 bultos/ha de sulfato de amonio.

BIBLIOGRAFIA

López Gómez Jairo. FERTILIZACIÓN DE LAS HORTALIZAS. Bogota DC. Año 2000.

PASTOS MEJORADOS

INTRODUCCIÓN

El uso de fertilizantes en la producción ganadera es sin duda la práctica de mayor impacto en la productividad de leche y carne. No obstante, la fertilización de pastos ha estado ausente en los sistemas de producción utilizados por los ganaderos colombianos. Solamente en los úItimos años el abonamiento de los pastos ha cobrado alguna importancia, particularmente en el caso de la ganadería intensiva. La introducción de la fertilización en los sistemas de producción ganadera del país se explica y justifica por los siguientes fenómenos:

a) La *mayor demanda de alimentos* por una población en constante crecimiento.
b) Los *incrementos en los precios de la tierra* en regiones de alta concentración de población que han forzado al ganadero a reducir los tamaños de su explotación, sin disminuir la productividad.
c) El *progresivo empobrecimiento de los suelos* de las regiones ganaderas del país, como resultado de su explotación durante décadas, sin que se haya considerado la restitución de los elementos nutritivos extraídos.
d) La reciente introducción de gramíneas forrajeras, con altas demandas nutricionales.
e) La *necesidad de sistemas de producción de carne y leche con altos niveles de eficiencia técnica y económica*, lo cual constituye una exigencia para la ganadería colombiana de hoy, como único camino para seguir siendo un buen negocio.

Lo anterior supone que la fertilización en la producción ganadera del país debe aumentar en corto plazo. Por ello, se ha considerado oportuno recopilar y resumir en esta obra los aspectos benéficos de la fertilización de pastos y su significado para la ganadería colombiana, con el objeto primordial de ilustrar tanto al ganadero como al técnico y al estudiante, con la información fundamental sobre la tecnologia para el uso eficaz de fertilizantes en sistemas de producción de carne y leche.

PASTOS Y PRADERAS DE CLIMA CÁLIDO

Según Mendoza (1980), las praderas en los climas cálidos de Colombia se pueden clasificar de manera general en la siguiente forma:

Praderas de especies nativas

Éstas se dedican a la ganadería extensiva, especialmente en los Llanos Orientales. En estas sabanas existen gramíneas nativas de baja calidad, aunque su crecimiento es exhuberante. La baja calidad del forraje repercute además, en bajas ganancias de peso durante el período de lluvias y pérdidas de peso durante el verano. En este tipo de praderas, la quema periódica es una práctica casi obligatoria para el ganadero, la cual tiene por objeto eliminar el exceso del forraje acumulado, y no consumido por el ganado, e inducir el rebrote de las especies nativas, con un mayor valor nutritivo y mejores condiciones para el consumo animal. La introducción de pastos mejorados, especialmente Braquiaria y Carimagua permiten incrementar la carga animal y la ganancia de peso, especialmente durante los períodos de verano, lo cual permite que animales en

praderas mejoradas alcancen el peso para ceba con dos años de ventaja, en relación con animales de sabana.

Praderas mejoradas

Este tipo de praderas están principalmente bajo explotación de ganado de carne y representan un avance significativo en la ganadería nacional.

En casi todas las regiones de clima cálido los factores más limitantes son la sequía, las malezas y la incidencia de plagas. El efecto del verano puede manejarse de varias maneras: una de ellas es la siembra de especies tolerantes a la sequía. Otra alternativa es la conservación de forrajes mediante ensilaje, utilizando para ello los excedentes de producción en la época de lluvias. La inclusión de leguminosas en las praderas y la disminución de la carga animal durante el verano son también buenas opciones. La incidencia de malezas es el resultado de una carga animal excesiva. En los pastos de clima cálido, el mantener cargas altas, aun durante períodos cortos, pueden producir calvas en los potreros, trayendo como consecuencia la infestación con malezas. En caso necesario se puede hacer control mecánico o químico de las malezas, pero la regulación de la carga animal constituye el control más económico y efectivo.

Entre las plagas más comunes en los pastos de clima cálido se encuentra el Mión o Salvita, cuyo ataque se presenta durante el invierno y afecta principalmente al pasto Braquiaria. Otras plagas de importancia económica son el falso medidor y el gusano cogollero, cuyas larvas devoran el follaje, y también las chinces de las raíces que atacan el pasto Pará, y la cochinilla, frecuentemente en Pangola, Estrella y Angleton.

El control de la carga animal y el pastoreo oportuno constituyen las mejores alternativas para prevenir el ataque de las plagas. En la Tabla 12.1 se incluyen las especies de pastos más importantes en las zonas de clima cálido de Colombia. En las Tablas 12.2 y 12.3 se hace un resumen de las características alimenticias de estas especies para ganados de carne y leche.

TABLA 12.1 Principales especies forrajeras de clima cálido en Colombia*.

Nombre común	Nombre científico	Uso	Semilla/ha	Vegetativo/ha
Alemán	*Echynochloa polystachya*	Pastoreo	-	-
Braquaria	*Braquiaria decumbens*	Pastoreo	-	20-25 bultos
Carimagua	*Andropogon ganayus*	Pastoreo	-	-
Angleton	*Dichantium aristatum*	Pastoreo/heno	10-15 kg	-
Buffel	*Cenchrus ciliaris*	Pastoreo/corte	7-9 kg	-
Estrella	*Cynodon nlemfluensis*	Pastoreo	-	-
Gordura	*Milinis minutiflora*	Pastoreo	20-25 kg	-
Janeiro	*Eriochloa polystachya*	Pastoreo	-	-
Pangola	*Digitaria decumbens*	Pastoreo/heno	-	20-25 bultos
Puntero o yaraguá	*Hyparrhenia rufa*	Pastoreo	-	20-25 bultos
Guinea	*Panicum maximum*	Pastoreo/corte/ensilaje	12-16 kg	20-25 bultos
Micay	*Axonopuz micay*	Pastoreo	-	20-25 bultos
Pará	*Brachiaria mutica*	Pastoreo/corte/ensilaje	-	20-25 bultos
Elefante o gigante	*Pennisetum purpureum*	Corte	-	Estacas o sepas
Imperial	*Axonopues scoparius*	Corte	-	20-25 bultos
Sorgo forrajero	*Sorghum vulgare*	Corte/ensilaje	12-15 kg	-
Caña Forrajera	*Sacharum officinarum*	Corte/ensilaje	-	Tallos o estacas
		Leguminosas		
Alfalfa	*Medicago sativa*	Corte	10-15 kg	
Calopo	*Colopogonium mucunoides*	Pastoreo	-	
Desmodio	*Desmodium intorcum*	Pastoreo	-	
Kudzú tropical	*Pueraria phaseoloides*	Corte	15-20 kg	
Campanita	*Clitoria ternata*	Pastoreo	6-8 kg	
Guandul	*Cajanus cajan*	Corte	-	
Siratro	*Phaseolus atropurpureus*	Pastoreo	-	
Stylosanthes	*Stylosanthes sp.*	Pastoreo	-	
Amor seco	*Desmodium sp.*		6-8 kg	

Tomado de Gavilanes, S. (3) 1980.

TABLA 12.2 Análisis químico, en base seca, de algunas gramíneas y leguminosas adaptadas a las condiciones de clima cálido en Colombia. —Programa ICA—

Nombre común	Desarrollo	Lugar, clima y suelo	M.S. %	Proteínas %	Fibra %	Grasa %	E.N.N. %	C %	Calcio %	Fósforo %
Angleton	Iniciando floración	Valle del Sinú, bs-T, fertilidad natural	24,00	9,06	32,52	0,65	34,52	11,98	-	-
Angleton	Prefloración	Valle del Sinú, bs-T, fertilidad natural	21,46	13,86	24,76	2,14	32,93	16,38	0,31	0,28
Brachiaria	Prefloración	En Nus (Ant.), bm h-ST, época seca, fertilidad natural		11,06	28,54	1,78	38,49	7,00	0,15	0,09
Pasto estrella	Prefloración	Rionegro (Ant.), bh-MB, encalado	21,68	14,22	24,28	1,72	37,78	11,11	0,77	0,08
Pangola	Iniciando floración	Medellín, bh-ST, época húmeda, fertilizado		6,34	27,53	1,86	49,17	9,04	0,24	0,35
Pangola	Iniciando floración	Medellín, bh-ST, período lluvioso, fertilizado, más 50 kg/ha de N cada corte	22,00	8,50	29,88	2,01	45,22	8,31	0,22	0,32

TABLA 12.2 Análisis químico, en base seca, de algunas gramíneas y leguminosas adaptadas a las condiciones de clima cálido en Colombia. —Programa ICA—

Nombre común	Desarrollo	Lugar, clima y suelo	M.S. %	Proteínas %	Fibra %	Grasa %	E.N.N. %	C %	Calcio %	Fósforo %
Puntero uribe	Prefloración	Valle del Sinú, bs-T, sin fertilizar	0	11,32	29,13	1,29	33,82	14,29	0,35	0,22
Puntero	Florecido	Caucasia (Ant.), bh-T, fertilidad natural	18,88	3,75	37,14	1,18	41,37	7,12	0,25	0,05
Gordura	Prefloración	Orocué (Meta), bs-T, estado natural		4,00	34,01	3,18	46,72	5,14	0,21	0,10
Gramalote	Tierno	Pto. Berrío (Ant.), bh/bmht, estado natural	24,08	10,72	27,35	0,95	36,43	16,16	0,55	0,24
Guinea	Prefloración	Arauquita, bh-T, estado natural	28,72	10,56	30,96	1,88	32,57	9,72	0,21	0,11
Guinea pajarita	Floración	Valle del Sinú, bs-T, fertilidad natural	18,98	8,56	31,53	1,26	36,74	12,60	0,27	0,24
Elefante merleron--México	Prefloración	Valle del Sinú, bs-T, fertilidad natural	23,92	11,81	26,57	1,67	32,97	15,02	0,27	0,36
Merker común	Prefloración	Valle del Sinú, bs-T, fertilidad natural	20,88	9,44	20,99	1,11	35,74	12,44	0,33	0,40

TABLA 12.2 Analisis químico, en base seca, de algunas gramíneas y leguminosas adaptadas a las condiciones de clima calido en Colombia. —Programa ICA—

Nombre común	Desarrollo	Lugar, clima y suelo	M.S. %	Proteínas %	Fibra %	Grasa %	E.N.N. %	C %	Calcio %	Fosforo %
Merker común	Cosechado cada 5 semanas	Palmira, bs-T, fertilizado 100 kg/ha de N cada corte	23,60	4,26	35,33	1,87	48,23	10,23	-	-
Kudzú	Prefloración	Florencia (Caq.) bhm-T, fertilidad natural	26,20	26,94	30,89	1,49	24,81	9,30	0,36	0,39
Frijolillo	Prefloración	Florencia (Caq.) bhm-T, fertilidad natural	19,28	20,88	28,71	3,51	35,30	6,78	0,27	0,18
Caña forrajera EP C	Estado vegetativo	Valle del Sinú, bs-T, fertilidad natural	23,24	10,31	29,99	1,23	33,16	15,69	0,28	0,21
Sorgo verde			33,47	1,77	11,32	0,60	16,77	3,02		
Paja del llano	Retoño	Orocué (Meta), bs-T, fertilidad natural	15,80	3,56	33,98	1,55	44,26	8,75	0,03	0,09

TABLA 12.3 Clasificación del valor nutritivo de los forrajes segun los contenidos de principales componentes expresados en base seca.

Valor nutritivo	Proteínas total %	Fibra cruda %	Hidratos de carbono %	Materia total digerible %	Proteína digerible %	Grasa cruda %	Calcio (Ca) %	Fósforo (Ca) %	Relación nutritiva %
EXCELENTE	16,5 o más	27,5 o menos	50,0 o más	55,0 o más	14,0 o más	4,0 o más	0,60 o más	0,45 o más	3,0 o menos
BUENO	12,0 a 16,4	33,5 a 27,6	43,0 a 49,9	43,0 a 54,9	10,5 a 13,9	3,0 a 3,9	0,30 a 0,59	0,30 a 0,44	3,1 a 6,0
REGULAR	7,5 a 11,9	39,5 a 33,6	35,5 a 42,9	36,0 a 42,9	6,5 a 10,4	2,0 a 2,9	0,16 a 0,29	0,15 a 0,29	6,1 a 9,0
DEFICIENTE	7,4 o menos	39,6 o menos	35,4 o menos	35,9 o menos	6,5 o menos	1,9 o menos	0,15 o menos	0,14 o menos	9,1 o menos

Interpretación de la Tabla. Comparando los porcentajes de componentes nutritivos de los diversos forrajes, obtenidos mediante analisis químico y calculados en base seca del material analizado, con las cifras an la tabla, se puede establecer el valor nutritivo general de ellos, como excelente, bueno, regular o deficiente. Se entiende que para el engorde del ganado, son más apropiados los pastos ricos en hidratos de carbono, y para el crecimiento y producción de leche, aquéllos que se caracterizan por su alto contenido de proteínas, calcio y fósforo.

REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES

La demanda nutricional de las diferentes especies forrajeras es muy variable y depende, en general, de tres factores principales:

a) Su capacidad para extraer nutrientes del suelo.
b) El requerimiento nutricional interno de la planta.
c) El potencial de producción de la especie.

Las plantas no tienen igual habilidad para extraer nutrientes del suelo. Las gramíneas, por ejemplo, son más eficientes para extraer el potasio del suelo, que las leguminosas. También es conocida la capacidad de adaptación a condiciones de infertilidad que tienen pastos como el Braquiaria (*Brachiaria decumbens*) y Carimagua 1 (*Andropogon gayanus*), los cuales son capaces de producir forrajes en mayor cantidad y calidad que especies nativas. En contraste, bajo estas mismas condiciones de acidez e infertilidad, especies como Angleton (*Dichantium aristatum*) o Pangola (*Digitaria decumbens*) no serían capaces de desarrollarse.

En la Tabla 12.4 se recopila la información sobre niveles de extracción de nutrientes en algunas especies forrajeras de clima cálido. Sorprende el hecho de que en casi todas las especies la extracción de potasio (K_2O) supera a la del nitrógeno, ya que lo que se espera es la situación inversa. Las demandas de fósforo (P_2O_5) son bastante inferiores que las de N y K_2O, de donde resulta que, desde el punto de vista cuantitativo, la relación promedio de extracción nutricional N-P_2O_5-K_2O para las especies forrajeras es del orden: 3,5 - 1 - 4,0.

En general, no se observan diferencias apreciables en las demandas nutricionales de las especies, pero sí es evidente que algunas presentan menores niveles de exigencia, tal el caso del Brachiaria y del Pangola. El factor determinante de los consumos nutricionales es el nivel de rendimiento de forraje, según se desprende de los datos que se recopilan en la Tabla 12.4. Resulta claro que, tanto para el N como para el P y el K, los niveles de extracción se incrementan conforme aumentan los rendimientos de forraje. De lo anterior resulta lógico establecer las siguientes deducciones:
a) La práctica de la fertilización adquiere mayor significado en aquellas especies con alto potencial genético de producción.
b)En la medida en que los niveles de tecnificación en el manejo de la explotación ganadera permitan alcanzar altos rendimientos de forraje, la práctica de la fertilización adquiere mayor importancia y justificación.
c) En la identificación de la dosis apropiada de fertilización debe tomarse en cuenta el nivel esperado de producción de forraje, en función de las condicio-nes del suelo, medio ambiente, tecnología aplicada y potencial genético de productividad de la especie forrajera.

TABLA 12.4 Extracción anual de nutrimentos de algunas especies forrajeras.

Especie	Rendimiento Forraje seco (ton/ha/año)	Extracción de nutrientes (kg/ha/año)				
		N	P_2O_5	K_2O	Mg	S
Pangola	17	272	78	306		
Pangola	29	334	120	481	75	51
Guinea	28	322	113	488	110	51
Elefante	31	339	164	677	70	84
Pará	29	344	109	515	88	46
Braquiaria	19	230	53	252		

Según programa ICA 1980.

FERTILIDAD DE LOS SUELOS

Del estudio realizado por el Instituto Colombiano Agropecuario (1980) sobre la fertilidad actual de los suelos en Colombia, en la Tabla 12.5 se recopila la información obtenida para los suelos utilizados en ganadería.

Reacción del suelo (pH)

En los valles interandinos de clima cálido (Valle del Cauca, Tolima y Huila) tienden a predominar los suelos con reacción ligeramente ácida o cercana a la neutralidad (60% del área) y la proporción de los suelos fuertemente ácidos es del 40% o menos. En este caso no es significativa la proporción de suelos alcalinos. De otra parte, el 90% de los suelos utilizados con pastos en los Llanos Orientales (Meta) presentan una condición de fuerte acidez.

Disponibilidad de fósforo

De las cifras relacionadas en la Tabla 12.5 se deduce que en la mayor parte de las zonas ganaderas del país predominan los suelos deficientes en fósforo aprovechable (más del 60%), en tanto que la proporción de suelos con alta disponibilidad del elemento, es relativamente baja (menos del 30%). Esta condición de deficiencia severa de fósforo es más acentuada en las regiones ganaderas de la región andina (clima frío y medio) y los Llanos Orientales que en las zonas ganaderas de los valles cálidos.

TABLA 12.5 Distribución porcentual de los valores de pH, fósforo aprovechable y potasio disponible, en suelos bajo explotación ganadera en Colombia*.

Departamento	pH			Fósforo aprovechable			Potasio disponible			Ca/Mg		
	B	M	A	B	M	A	B	M	A	B	M	A
Antioquia	48	51	1	77	14	9	61	25	4	14	37	49
Boyacá	51	45	4	61	15	24	19	30	51	6	0	94
Cauca	59	41	0	87	8	5	33	35	32	16	51	33
Cundinamarca	50	48	2	49	25	26	34	25	41	3	36	61
Huila	39	60	1	72	12	16	15	27	58	4	68	28
Meta	87	11	2	75	8	17	79	17	4	18	30	52
N. de Santander	54	40	6	49	14	37	38	30	32	10	40	50
Santander	52	42	6	65	14	21	48	25	27	12	41	47
Tolima	41	56	3	58	14	28	28	24	48	0	25	75
Valle del Cauca	23	71	6	69	16	15	44	28	28	17	50	33

* Según Instituto Colombiano Agropecuario (1980).
B: Bajo
M: Medio
A: Alto

Disponibilidad de potasio

Algunas zonas ganaderas localizadas en los valles interandinos de clima cálido (Tolima, Huila) presentan un balance favorable con respecto a la disponibilidad del potasio, ya que en ellos se nota una clara predominancia de suelos con disponibilidad moderada o alta. En contraste, cerca del 45% del área ganadera del Valle del Cauca presenta suelos deficientes en potasio. Como es sabido, la deficiencia de potasio en los suelos del área ganadera en los Llanos Orientales es muy acentuada (75% de los suelos son deficientes).

Disponibilidad de calcio y magnesio

En los suelos de la región andina se observa una clara predominancia de relaciones Ca/Mg medias (1,1 - 3,0) y altas (mayores de 3,0) sobre las relaciones bajas (menores o iguales a 1). Se destaca el caso de la zona ganadera de Boyacá en donde el 94% de los suelos presentan relaciones Ca/Mg altas, lo cual sugiere posibles deficiencias de Mg. La misma observación podría hacerse para el 49% de los suelos de Antioquia, el 61% de los suelos en Cundinamarca, el 50% en Norte de Santander y el 47% en Santander.

En el área ganadera del Tolima un 75% de los suelos presentan relaciones Ca/Mg mayores de 3,0 con posibles consecuencias adversas en la disponibilidad de magnesio. En el Tolima y en el Huila predominan las relaciones medias (1,1 - 3,0). Aunque la relación Ca/Mg parece no ser un criterio muy apropiado como índice de disponibilidad de esos elementos, se estima que el Mg es el nutriente con mayores probabilidades que el Ca de generar deficiencias en las especies forrajeras y problemas nutricionales en los animales, y en algunas de las zonas ganaderas del país.

REQUERIMIENTOS DE FERTILIZACIÓN

Las especies forrajeras, particularmente las gramíneas, responden muy bien a la fertilización en términos de la cantidad de forraje producido por unidad de superficie. Esta respuesta se debe principalmente al nitrógeno, el cual suele producir resultados espectaculares. Sin embargo, la mayor producción de forraje generado por la fertilización nitrogenada lleva necesariamente a una mayor extracción o demanda de otros nutrientes, particularmente el fósforo, potasio, azufre, magnesio calcio. En consecuencia, si el suelo no dispone de suficientes cantidades de estos elementos y no son añadidos como fertilizantes, una buena parte del beneficio de los fertilizantes nitrogenados se perderá y, además, disminuirá acentuadamente el valor nutricional del forraje.

Los pastos requieren dos tipos de fertilización: fertilización de establecimiento y fertilización de mantenimiento. El objetivo de la fertilización de establecimiento es el de corregir los problemas de fertilidad y acidez, con el objeto de promover un crecimiento vigoroso de la pastura. Mediante la fertilización de mantenimiento se restituyen al suelo aquellos elementos extraídos por los pastos, con el objetivo de alcanzar un óptimo nivel de productividad en el hato.

Fertilización para establecimiento

La fertilización para establecimiento debe tener como objetivo general en el suelo óptimas condiciones de fertilidad, con el fin de que el desarrollo inicial de la pastura sea abundante y vigoroso.

En la fertilización para establecimiento el fósforo juega un papel destacado, especialmente debido a que es un elemento determinante del desarrollo radicular. La deficiencia de fósforo durante el establecimiento del pasto, comprometerá muy seriamente el futuro de la pastura. Otro aspecto importante a considerar en este tipo de fertilización es el control de la acidez, en lo relativo al exceso de aluminio y a la deficiencia de calcio y magnesio. La aplicación del fertilizante para establecimiento debe efectuarse en la siembra o presiembra. Para el caso de praderas, el sistema de aplicación será al voleo o incorporado, si el sistema de siembra ha sido también al voleo; o en banda, si el sistema de siembra utilizado ha sido en surcos. Este último sistema de aplicación es el que normalmente se utiliza para el establecimiento de pastos de corte.

Fertilización de mantenimiento

La fertilización de mantenimiento está encaminada a devolver al suelo los nutrimentos extraídos por los pastos con el objeto de que la producción de forraje no decaiga aceleradamente y, de esta manera, se conserve un buen nivel de productividad en el hato. Este elemento clave en la fertilización de mantenimiento es el nitrógeno, ya que es el nutriente que produce resultados inmediatos. Sin embargo, en suelos de baja fertilidad será necesario aplicar además otros nutrientes tales como el fósforo y potasio.

En la fertilización de mantenimiento, el abono nitrogenado o el fertilizante compuesto alto en nitrógeno, debe dosificarse en aplicaciones repetidas a lo largo del año. Si no se dispone de riego, las aplicaciones serán estacionales, coincidiendo con el comienzo y el final de las épocas de lluvias, tanto en praderas como en pastos de corte. En el caso que se disponga de riego, se pueden hacer aplicaciones después de cada pastoreo o después de cada dos pastoreos o cortes. Junto con

el nitrógeno se pueden agregar pequeñas cantidades de fósforo, práctica que ha producido excelentes resultados, con el fertilizante *Nutrimon* 25-15-0-3 (S). En las zonas ganaderas de los climas cálidos, particularmente en los valles interandinos y la Costa Atlántica, una excelente alternativa para la fertilización de mantenimiento es la utilización de sulfato de amonio. En la mayoría de los casos, esta fuente ha llevado a mayores niveles de productividad de forraje, con mayor contenido de proteínas, en comparación a los obtenidos con urea o nitrato de amonio. Con el fin de no exagerar las dosis de azufre, la aplicación alternada de sulfato de amonio y el grado compuesto 25-15-0 constituye también una buena variante en el plan de fertilización.

PLAN DE FERTILIZACIÓN NUTRIMON

En la Tabla 12.6 se presentan algunas alternativas para la fertilización de pastos en las zonas de clima cálido de Colombia.

SIGNIFICADO ECONÓMICO DE LA FERTILIZACIÓN

Entre las ventajas derivadas del uso de fertilizantes en la ganadería se destacan las siguientes:

a) Produce óptimos resultados en corto tiempo.
b) Permite aprovechar al máximo el potencial genético del hato.
c) Aumenta la cantidad de forraje disponible por unidad de superficie.
d) Incrementa la capacidad de carga.
e) Promueve un aumento significativo en la calidad del forraje.
f) Permite incrementar la producción de carne y leche por animal y por unidad de superficie.
g) Como resultado de lo anterior, genera incrementos importantes en la rentabilidad de la explotación.

TABLA 12.6 Guía general para la fertilización Nutrimón de pastos en las regiones de clima cálido*.

Tipo de fertilización	Plan de fertilización	Fertilizantes y dosis bultos/ha	Época de aplicación	Sistema de aplicación
Para establecimiento**	A(1)	13-26-6 6 a 10	Siembra o presiembra	Voleo incorporado o bandas
	B	15-15-15 6 a 10		
	C(2)	25-15-0-3(S) 4 a 8		
De mantenimiento	A(3)	25-15-0-3(S) 4 a 6	Después de cada 2 pastoreos (6)	Voleo
		Cloruro de potasio 1 a 2	Una vez al año	
	B(4)	Sulfato de amonio 4 a 6	Después de cada 2 pastoreos (6)	Voleo
		15-15-15 4 a 6	Una vez al año	
	C(5)	Sulfato de amonio/urea 2 a 4 / 1 a 2	Después de cada 2 pastoreos (6)	Voleo
		15-15-15 4 as 6	Una vez al año	

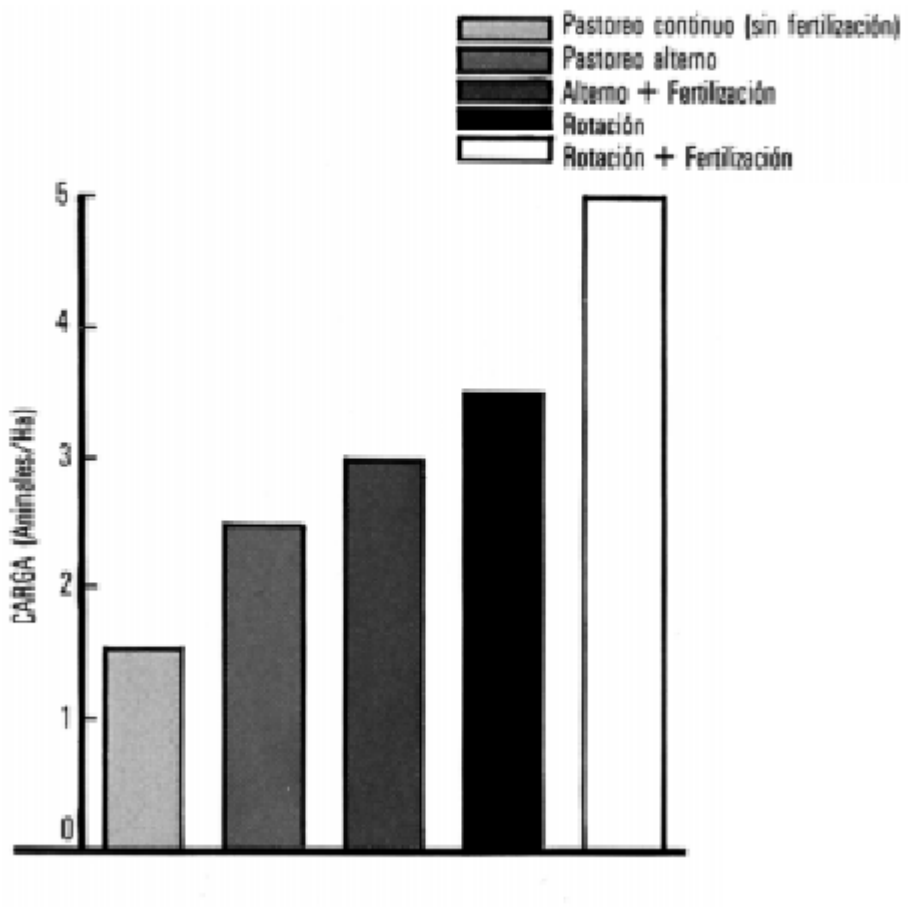
* El plan de fertilización especifico para cada caso debe ser formulado por el profesional de Asistencia Técnica, con base en el análisis de suelos.
** Debe complementarse con la aplicación de encalado en el caso de suelos fuertemente ácidos.
1 Alternativa recomendable para suelos muy pobres en fósforo.
2 Plan apropiado para suelos con buena disponibilidad de potasio.
3 Puede prescindirse del cloruro de potasio si el suelo es alto en K disponible.
4 Alternativa apropiada para suelos con pH superior a 5,5 y/o deficiente en azufre.
5 Aplicación alternada de sulfato de amonio y urea.
6 Si no se dispone de riego, la aplicaión debe coincidir con el comienzo y la terminación del periodo de lluvias.

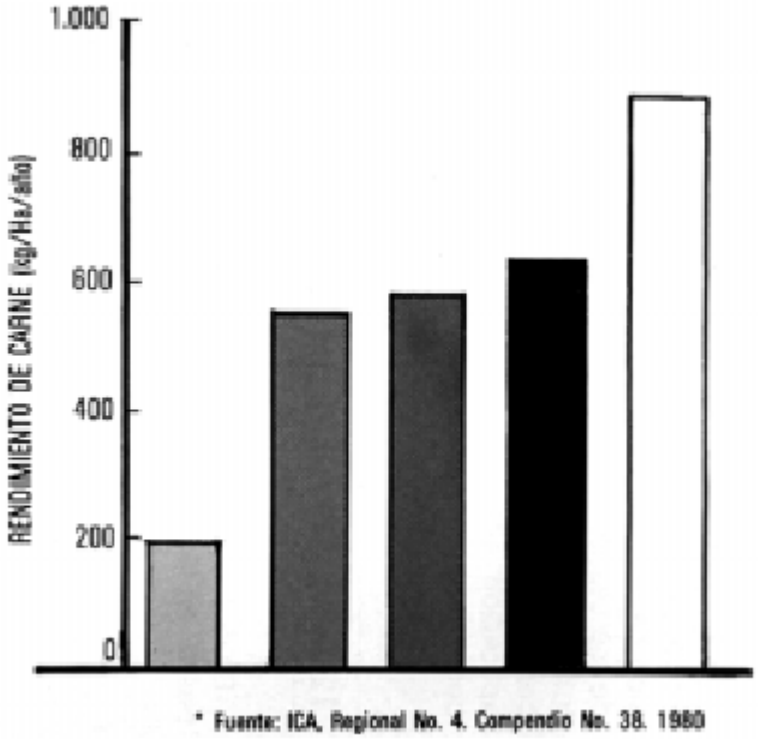
Bajo condiciones experimentales y en praderas de clima cálido en Colombia, la aplicación de 50 kg de nitrógeno por hectárea después de cada pastoreo, ha aumentado cinco o seis veces el rendimiento de forraje de Angleton, Pangola o Para, según resultados obtenidos por el Instituto Colombiano Agropecuario. De igual manera, en un buen número de pruebas regionales realizadas por el Programa de Pastos y Forrajes del ICA, en diferentes regiones de clima cálido de Colombia, se comprobó que la fertilización, junto con una adecuada rotación de praderas, permitió incrementar la carga animal promedio de 1,4 animales por hectárea, en pastoreo continuo sin fertiIización

, a 5,1 animales por hectárea y la producción de carne de 204 kg/ha/año a 876 kg/ha/año (Figura 12.1). Estas cifras permiten cuantificar fácilmente el beneficio económico del uso de fertilizantes

en pastos, pues resulta evidente como esta práctica, ligada a un buen manejo de la pradera, consigue aumentar en un 400%, tanto la carga animal como la producción de carne por unidad de superficie. Bajo condiciones de la explotación comercial, se considera que es factible triplicar o, cuando menos, duplicar la carga animal y el rendimiento de carne.

FIGURA 12.1 Efecto de la fertilización en diferentes sistemas de manejo de praderas, sobre la carga animal y el rendimiento de carne. Resultados promedios para un buen número de pruebas regionales*.





BIBLIOGRAFIA

Guerrero Riascos Ricardo. PASTOS MEJORADOS. Bogota. Año 2000. p. 14