

INSTITUTO NACIONAL AUTONOMO DE  
INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS



INSTITUTO DE LA POTASA Y EL FOSFORO  
POTASH AND PHOSPHATE INSTITUTE

Manual Técnico No. 26  
Estación Experimental Tropical Pichilingue  
Diciembre de 1992

# CLIMA, SUELOS, NUTRICION Y FERTILIZACION DE CULTIVOS EN EL LITORAL ECUATORIANO



INSTITUTO NACIONAL AUTONOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS (INIAP)

INIAP - Estación Experimental Pichilingue

Manual Técnico No. 26  
Estación Experimental Pichilingue

# **CLIMA, SUELOS, NUTRICION Y FERTILIZACION DE CULTIVOS EN EL LITORAL ECUATORIANO**

**INSTITUTO NACIONAL AUTONOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS (INIAP)**

INIAP - Estación Experimental Pichilingue

\*FREDDY AMORES

# **CLIMA, SUELOS, NUTRICION Y FERTILIZACION DE CULTIVOS EN EL LITORAL ECUATORIANO**

---

\* Ing. Agr. M. Sc. Jefe del Departamento de Suelos y Fertilizantes. "Estación Experimental Tropical Pichilingue", INIAP.

# PRESENTACION

La redacción del presente Manual Técnico fue posible gracias a la confianza y el aliento del Dr. José Espinosa, Director para Latino América del Instituto de la Potasa y el Fósforo (INPOFOS), Institución que canalizó el financiamiento proporcionado por las siguientes agencias Canadienses: **Western Diversification Program (WDP)**, **Atlantic Canada Opportunities Agency (ACOA)** y **Province of New Brunswick (NB)**, y que hizo posible la impresión de esta publicación. Este Manual representa el esfuerzo de muchos meses de constante trabajo e incluye la información obtenida a través de los años por el Departamento de Suelos y Fertilizantes de la Estación Experimental Tropical Pichilingue, información complementaria seleccionada a partir de una extensa consulta bibliográfica, así como gran parte de las experiencias adquiridas por el autor como investigador del INIAP.

Diciembre de 1992

# INDICE

<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
Introducción	1
Algodón	2
Arroz	3
Banano	5
Cacao	8
Café	11
Caña de azúcar	13
Cítricos	15
Cocotero	17
Maíz	19
Melón	21
Mango	22
Maracuyá	24
Palma africana	26
Papaya	28
Piña	30
Plátano	32
Sorgo	34
Soya	35
Tomate	37
Yuca	39
Apéndice	41
Bibliografía	43

## INTRODUCCION

El litoral ecuatoriano es una región de gran diversidad agrícola donde se explota una amplia variedad de cultivos. Algunos como el banano, cacao y café son de mucha tradición y representan una importante fuente de divisas para el país. Otros como el arroz, maíz, soya, etc, tienen importancia por su volumen para comercialización interno, ya sea para consumo directo o abastecimiento a la agroindustria. Finalmente, un número creciente de productos van ganando poco a poco espacio en el mercado interno (principalmente para uso agroindustrial) y en el mercado externo, impulsados por recientes políticas de estímulo de producción de cultivos de exportación no-tradicionales como el mango, melón, maracuyá, piña y otros.

En el contexto descrito se viene produciendo una intensa demanda de tecnología, para mejorar la productividad de los distintos cultivos y de esa forma hacerlos más rentables. Es el INIAP la entidad nacional responsable de generar y difundir tecnología agrícola a través de sus Estaciones Experimentales y éstas se constituyen en centros que son visitados cada año por cientos de técnicos, agricultores y estudiantes. Ellos son portadores de inquietudes relacionadas con el manejo de una amplia gama de cultivos que son satisfechas utilizando la información generada por el Instituto. En algunos casos hay muy poca información disponible, pero siempre existe el deseo de al menos orientar al agricultor a como enfrentar los problemas presentados.

Talvez porque la nutrición de las plantas es básica para crecimiento y producción rentable de los cultivos, gran porcentaje de las preguntas planteadas guardan relación con deficiencias nutritivas, tipos de suelos, fertilización y tópicos afines. Sin embargo, a pesar de que el entorno climático zonal, local e inclusive a nivel de plantación, tiene mucho que ver con el comportamiento de los cultivos en general y con la respuesta a la fertilización en particular, las inquietudes con respecto al clima son sorprendentemente escasas.

Esto demuestra la necesidad de dar a conocer mejor la relación clima-cultivo, como uno de los fundamentos para evaluar alternativas para el establecimiento y manejo de los cultivos. Inicialmente la idea era solo de escribir un Manual actualizado sobre fertilización de

cultivos en la costa. Sin embargo, a criterio del autor se pueden tomar decisiones y manejar en forma más efectiva las recomendaciones de fertilización cuando se conocen, aunque sea someramente, los requerimientos climáticos de los cultivos. En consecuencia, esta publicación cubre primeramente en forma breve los requerimientos climáticos y luego los requerimientos edáficos y nutricionales de los cultivos incluidos.

Para la mayoría de los cultivos considerados se indican las concentraciones nutritivas foliares así como las opciones de abonamiento según el nivel de fertilidad del suelo. De esta forma se hace énfasis en la necesidad del análisis de suelo y foliar como herramientas básicas (junto a la experiencia del técnico o agricultor) de diagnóstico nutricional.

Los cultivos se presentan en orden alfabético y el lenguaje utilizado, aunque técnico, es en su mayor parte de fácil comprensión, particularmente en la sección que trata sobre las recomendaciones de fertilización. Las recomendaciones se complementan con información de soporte (índices de interpretación de análisis de suelos, contenido nutricional de los diferentes abonos y cálculos con fertilizantes) que aparece en el Apéndice. Debe quedar bien claro que las recomendaciones de fertilización aquí indicadas tienen el carácter de general y por lo tanto pueden ajustarse a las necesidades específicas de cada sector (tipo de suelo e inclusive condición de manejo de los cultivos). El énfasis puesto en la descripción minuciosa de la metodología de abonamiento se justifica plenamente, pues el objetivo principal de la publicación es transferir tecnología en forma clara y al mayor número de usuarios posible.

La ejecución de este trabajo demandó de la recopilación y sistematización de información disponible localmente, la misma que fue complementada, cuando fue necesario, con información proveniente de otros países tropicales. No obstante, el documento dista mucho de ser completo y con seguridad necesitará ajustes, adiciones y porque no correcciones, para mejorar su contenido en el futuro. Mientras tanto servirá como valioso material de referencia para quienes de una u otra forma hacemos agricultura en el litoral ecuatoriano ■

**ALGODON** (*Gossypium hirsutum* L.)**REQUERIMIENTOS****Climáticos**

El algodón puede crecer con temperaturas mínimas de 20 y máximas de 35°C, aunque el óptimo se sitúa en los 28°C. Para cumplir el ciclo, el cultivo requiere entre 600 y 800 mm de agua provenientes de precipitación o riego. El suministro de agua debe ser bien distribuido, particularmente en las etapas críticas del cultivo. El consumo hídrico máximo ocurre entre el principio de la floración y la apertura de las primeras bellotas, pudiendo llegar hasta a cantidades de 10 mm/día. Si el desarrollo de la cápsula es afectado en una etapa temprana por falta de agua se reduce significativamente la longitud de la fibra. Después que las bellotas han alcanzado madurez, el cultivo se beneficia de una temporada seca. Las zonas con mucha nubosidad no son aconsejables pues el algodón necesita, para alcanzar óptimo rendimiento, alrededor de 650 horas de luz solar durante el ciclo.

**Edáficos**

Esta especie crece en una amplia variedad de suelos pero prefiere los que tienen textura media, algo arcillosos, profundos, bien drenados y con suficiente fertilidad. Los suelos arenosos o los muy pesados son desfavorables para el algodón. Este cultivo se desarrolla mejor en un rango de pH entre 6 y 7, aunque se comporta bien en suelos con reacción ligeramente alcalina.

**Nutritivos**

La absorción de N es pequeña en la fase inicial del cultivo pero a partir de la iniciación floral aumenta substancialmente, alcanzando el máximo nivel durante la fase del llenado de las bellotas. El patrón de absorción del P y K se parece al de N. El principal destino del K es la cubierta de la bellota, donde se acumula alrededor del 70% de todo el K absorbido durante el ciclo. En plantaciones manejadas en forma intensiva la absorción pico de éste elemento puede llegar a 4 kg/ha/día. Para producir 0.5 toneladas de fibra, el cultivo demanda aproximadamente la utilización de 105 kg de N, 18 kg de P y 66 kg de K/ha. La cosecha y transporte de la fibra y semilla fuera del terreno implica la remoción de unos 40 kg de N, 7 kg de P y 14 kg de K/ha, el resto permanece en los residuos del cultivo para su reciclaje en el suelo.

Concentraciones foliares de 2.6% de N, 0.25% de P, 3.9% de K, 2.4% de Ca y 0.15% de Mg normalmente se asocian con altos niveles de rendimiento en algodón.

**RECOMENDACIONES DE FERTILIZACION**

El algodón cultivado en forma intensiva requiere de una abundante disponibilidad nutritiva en períodos relativamente cortos. Dicha demanda debe ser satisfecha mediante un adecuado plan de fertilización que evite carencias nutricionales limitantes del rendimiento (Foto 1).

En general, los programas de fertilización para algodón indican que la mitad del N y todo el P y K deben incorporarse al momento de la siembra. El resto de N se aplicará 2 meses más tarde. Bajo tales consideraciones y en base a la experiencia local, se recomienda aplicar 4 sacos de sulfato de amonio/ha a la siembra (o después del raleo) y 2 sacos de urea al inicio de la floración. En las áreas donde se detectan deficiencias de P y/o K, éstas pueden corregirse adicionando a la siembra, además del N, 40 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y/o 40 kg de K<sub>2</sub>O/ha ■



Foto 1. Cultivo de algodón con claras señales de deficiencia de potasio.

## ARROZ (*Oriza sativa* L.)

### REQUERIMIENTOS

#### Climáticos

Las variedades de arroz adaptadas a los trópicos requieren de temperaturas relativamente uniformes, en el rango de 25 a 35°C. La fase comprendida entre los últimos días del embuchamiento y primeros días de la floración es particularmente sensible a las altas y bajas temperaturas. Cifras superiores a los 34 o inferiores a los 20°C, durante el estado de anthesis, producen un elevado porcentaje de esterilidad. Aunque la tasa de transpiración del arroz no es muy diferente a la de otros cultivos, éste presenta alta susceptibilidad a la sequía. Los requerimientos hídricos del cultivo bordean los 1500 mm, siendo considerado un cultivo con baja eficiencia en el uso del agua. El arroz necesita de un alto nivel de luminosidad para lograr el mejor aprovechamiento de la fertilización nitrogenada, uno de los factores con mayor impacto en la producción. Por otro lado, el llenado del grano depende mucho también de la cantidad de radiación solar recibida durante la fase reproductiva.

#### Edáficos

La planta de arroz crece y produce mejor bajo condiciones de inundación o en suelos saturados porque tiene la habilidad de oxidar su rizósfera y mantener adecuado contenido de oxígeno en la inmediata vecindad de la raíz. En estas condiciones los suelos pesados-arcillosos son los más idóneos y son aún mejores si tienen un subsuelo impermeable que reduzca al mínimo la percolación. Por esta razón se utiliza el fanguero, que es una práctica complementaria, que minimiza la infiltración al destruir los agregados del suelo. El arroz se cultiva también bajo condiciones aeróbicas (secano), prefiriendo igualmente los suelos franco-arcillosos y arcillosos con alta retención de humedad. El mejor rango de pH para el cultivo se encuentra entre 5.5 y 6.5, presentando además una aceptable tolerancia a la salinidad del suelo.

#### Nutritivos

El N es absorbido rápidamente desde las primeras etapas de desarrollo del cultivo hasta el final del período vegetativo. La deficiencia de N produce una clorosis

acentuada limitando severamente el crecimiento (Foto 2). La absorción de N decrece ligeramente antes de la iniciación del primordio floral, pero inmediatamente después continua con rapidez hasta la fase de grano pastoso. Al comenzar el macollamiento el cultivo ha tomado el 2%, a la iniciación de la panícula el 25% y a la floración el 52% de todo el N que necesita durante el ciclo. El 48% restante es absorbido durante la etapa de llenado del grano. En cambio la absorción de P es más bien lenta hasta la diferenciación floral, aumentando posteriormente en forma significativa. El K también es absorbido intensamente desde el inicio del cultivo hasta la etapa lechosa del grano. A la floración, el cultivo ha absorbido el 38% del P y 46% de todo el K necesario. Es importante señalar que la deficiencia ya sea de N, P o K reduce el macollamiento y por lo tanto el número de espigas producidas, lo que se traduce en pérdidas de rendimiento. En promedio, para producir 1 tonelada de grano el cultivo absorbe 22 kg de N, 5 kg de P, 25 kg de K, 6 kg de Ca, 4 kg de Mg y 2 kg de S. Cerca del 75% del N y el P, y el 10% del K absorbidos por el cultivo se acumulan en el grano, el resto permanece en la paja y eventualmente retorna al suelo. Concentraciones foliares de 4.2% de N, 0.29% de P, 2.5% de K, 0.40% de Ca, 0.39% de Mg, 790 ppm de Mn y 160 ppm de Zn se asocian con altos niveles de rendimiento en arroz.



Foto 2. Parcela de arroz mostrando una acentuada clorosis por deficiencia de nitrógeno.

## RECOMENDACIONES DE FERTILIZACIÓN

### Sistema de secano

Este sistema se refiere al arroz cultivado durante la época lluviosa, sin inundación o lámina de agua controlada en el lote. Se recomienda aplicar de 4 a 6 sacos de urea/ha al voleo y en forma fraccionada a los 20, 40 y 60 días después de la siembra. Si se trata de variedades de ciclo más corto como la variedad INIAP-11, se aplica la misma dosis pero fraccionando el fertilizante a los 20 y 40 días. En caso de que el suelo presente contenidos medios o bajos de P y/o K se recomienda la aplicación de 2 a 4 sacos de superfosfato triple y/o 2 a 4 sacos de muriato de potasio/ha para no limitar el crecimiento (Foto 3). Los fertilizantes fosfóricos y potásicos se incorporan en la capa arable durante la fase de preparación del suelo para su mejor aprovechamiento.

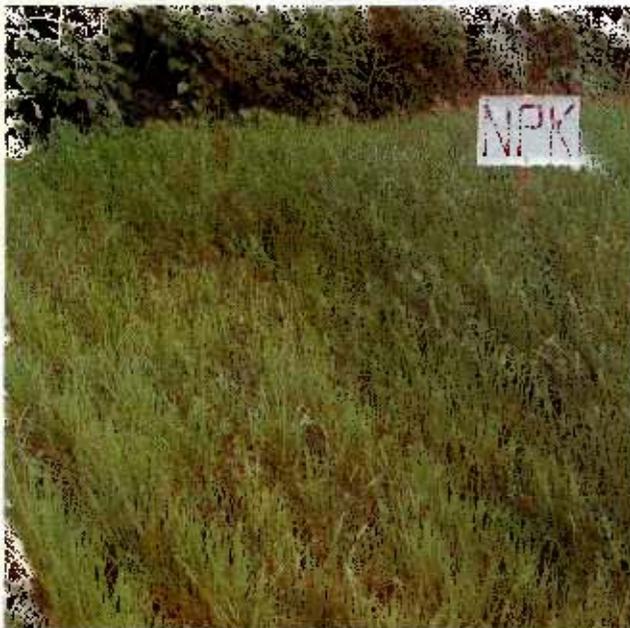


Foto 3. Marcada respuesta del arroz correctamente abonado (derecha) comparado con aquel que no recibió fertilización.

### Sistema de inundación controlada (pady)

Al igual que en el sistema anterior se aplican de 4 a 6 sacos de urea/ha distribuidos al voleo (Foto 4) y en forma fraccionada. La mitad de la dosis se aplica 10 días después del trasplante (realizado con plántulas de 25 días de edad) y la otra mitad 40 días más tarde. En siembra directa la urea se aplica con la lámina de agua a los 30 y 60 días o 30, 50 y 75 días después de la siembra. Puesto que el INIAP-11 también ha comenzado a sembrarse bajo riego y por ser una variedad de ciclo más corto, se recomienda fertilizar a los 7 y 20 días después del trasplante, o 20 y 40 días después de la siembra en caso de siembra directa. Si hubiera la necesidad de aplicar fertilizantes potásicos, éstos se incorporan en el suelo antes del trasplante o después de la siembra directa. Normalmente, la disponibilidad de P es suficiente bajo condiciones de inundación. No obstante, se ha encontrado que en algunos lugares de la zona arrocerca de Daule los niveles de P son tan reducidos que se justifica la fertilización a base de este nutriente ■



Foto 4. Aplicación de urea al voleo en un cultivo de arroz creciendo bajo inundación controlada.

**BANANO** (*Musa sapientum* L.)**REQUERIMIENTOS****Climáticos**

El banano crece rápidamente en las zonas húmedas y cálidas considerándose éste el ambiente propicio para el cultivo de esta musácca. La temperatura media anual óptima es de 28°C, con extremos que se encuentran entre 18 y 35°C. Este cultivo presenta escasa resistencia a la sequía, pero el requerimiento hídrico es de alrededor de 150 mm/mes, de allí que una precipitación de 1800 mm bien distribuida durante el año sea suficiente para su desarrollo normal. Sin embargo, éste no siempre es el caso y en muchas ocasiones se requiere de riego complementario para satisfacer su gran demanda de agua. El ritmo de crecimiento del banano depende estrechamente no solo de la temperatura y humedad disponibles, sino también de la cantidad de luz recibida. Este último factor ejerce además gran influencia sobre el tiempo que le toma al fruto desarrollarse y alcanzar grado de corte. Las zonas con alrededor de 1500 horas-luz/año se consideran ideales para el cultivo. No se recomienda sembrar banano más allá de los 300 msnm.

**Edáficos**

Es una especie muy exigente en cuanto al tipo de suelo, principalmente si se trata de clones de alta productividad como los del subgrupo Cavendish. Los suelos aluviales, a pesar de su relativa heterogeneidad, constituyen la mejor opción para la siembra de banano, siempre que no sean terrenos "bajos" y se maneje adecuadamente el drenaje. Le siguen en aptitud los suelos derivados de cenizas volcánicas jóvenes, como los de la zona de Quevedo en sus fases más profundas. La textura recomendable varía de franco arenoso muy fino hasta franco-arcilloso, aunque clones como el Grand Nain se comportan bien en suelos con textura arcillosa provistos de un buen sistema de drenaje. En general, el perfil de los suelos bananeros debe tener buenas condiciones físicas hasta por lo menos una profundidad de 1.20 m, es decir libre de capas compactas y nivel freático alto. El banano es un cultivo que no soporta el encharcamiento, por lo tanto no deben utilizarse lotes propensos a inundaciones o que permanezcan inundados por más de 2 días (Foto. 5). Por el contrario, los suelos deben ser capaces de percolar el exceso de agua de lluvia o riego con algún grado de

rapidez. El banano tolera un amplio rango de pH pudiendo variar de 5.0 a 8.0, aunque los mejores rendimientos se logran en suelos con un pH alrededor de 6.5.

Los suelos para banano deben ser ricos en K disponible, preferiblemente con niveles superiores a 0.5 meq/100 cc. Sin embargo, el llegar a sobrepasar este nivel de K en el suelo no elimina la práctica de fertilización potásica, si se desea para mantener rendimientos altos, dada la gran demanda del cultivo por este elemento. Un aspecto edáfico de mucha importancia es el correcto equilibrio entre cationes. El desbalance catiónico, particularmente entre el Mg y K, es una característica natural o inducida que se presenta en algunos suelos bananeros. El ámbito normal de la relación Mg/K usualmente varía entre 3 y 15. En cualquier caso, los resultados del análisis químico de suelos y foliar resultan fundamentales como base para el diagnóstico correcto de este problema.



Foto 5. Plantas de banano mostrando el efecto perjudicial de un inadecuado drenaje del suelo.

## Nutritivos

El banano, por ser una planta de rápido crecimiento y con limitaciones en su sistema radical, necesita de una substancial cantidad de nutrientes disponibles en el momento oportuno. Durante los primeros 2 meses de vida el consumo de N es bajo, luego aumenta en forma considerable para volver a disminuir cerca de la floración. La escasez de N reduce el crecimiento de la planta así como el número y tamaño de las hojas, que adquieren un color verde pálido generalizado, mientras que los bordes de peciolo y vainas adquieren cierto tinte rosado (Foto 6).

Los síntomas por falta de P no son fáciles de distinguir, pero la escasez aguda causa un crecimiento muy lento y hace que las hojas viejas desarrollen cierta clorosis marginal que eventualmente puede terminar en necrosis. El P es absorbido con gran intensidad entre los 2 y 5 meses de edad del cultivo.

De todas las especies, el banano está entre aquellas que más K necesitan. La demanda de K es pequeña en los 2 primeros meses de vida, pero posteriormente aumenta en tal magnitud pudiendo llegar a multiplicarse por 20 en relación a la necesidad inicial del cultivo. Al momento de florecer el contenido de K en la planta es 4 veces superior al de N. La absorción potásica disminuye significativamente después de la floración y el racimo se forma en su mayor parte a expensas del K almacenado en la planta hasta ese momento. La carencia de este elemento es relativamente fácil de detectar ya que produce una drástica disminución en la tasa de crecimiento en tanto que las hojas más viejas adquieren una coloración amarillo-naranja brillante. El tamaño del racimo, número de manos y longitud de los dedos son también seriamente afectados por la insuficiencia de K, pudiendo en algunos casos observarse deformidades en los dedos. El aumento de la perecibilidad del fruto es otro efecto asociado con la falta de K.

Los síntomas por deficiencia de Mg se manifiestan como franjas amarillas y manchas necróticas en las hojas intermedias. Una cosecha de 45 t/ha (considerada moderadamente alta) exporta fuera de la plantación alrededor de 90 kg de N, 10 kg de P, 290 kg de K, 15 kg de Ca y 25 kg de Mg. Por lo general los altos niveles de producción en banano se encuentran asociados con concentraciones foliares de 2.62% de N, 0.20% de P, 2.80% de K, 1.00% de Ca, 0.36% de Mg y 0.20% de S. Se considera que la relación de K/Mg foliar debe estar entre 5 y 8 para evitar problemas de desbalance de cationes

## RECOMENDACIONES DE FERTILIZACIÓN

### Establecimiento del cultivo

Para el establecimiento del cultivo se recomienda que los hoyos de siembra sean suficientemente amplios, particularmente en suelos con texturas no muy favorables. Las dimensiones de 40 x 40 x 40 cm (longitud x ancho x profundidad) se consideran apropiadas. En suelos de poca fertilidad resulta beneficiosa la fertilización al hoyo, colocando en el fondo del mismo 150 g de 10-30-10 o 12-24-12 y cubriendo el fertilizante con unos 10 cm de suelo. Luego de introducir la cepa se rellena teniendo cuidado de que al completar el relleno, el corte del pseudotallo no quede enterrado a más 5 cm de superficie. Transcurridos 2 meses de la siembra se procede a fertilizar con 80 g de urea/planta. Si el suelo presenta contenidos medios o bajos de P y/o K se incluye en la fertilización 100 g de superfosfato triple y 100 g de muriato de potasio/planta. Posteriormente las dosis de urea y muriato de potasio se repiten cada 2 meses, aplicando los fertilizantes en corona a unos 15 cm del pie de cada planta.

### Plantación en plena producción

La práctica del deshije tiene gran importancia en el manejo nutricional de plantaciones de banano en producción. El objetivo del deshije es seleccionar el mejor hijuelo y evitar la competencia de los otros que no darán producción pero que si consumen nutrientes. Se aconseja realizar unos 6 ciclos de deshije al año a fin de lograr el máximo aprovechamiento de la fertilización en términos de cantidad y calidad de fruta producida.

Normalmente, el plan de fertilización para banano comprende la aplicación de 460 g de urea/planta/año. En caso de que el suelo presente contenidos medios o bajos de P y/o K se incluye 100 g de superfosfato triple y 650 g de muriato de potasio/planta/año. Tales dosis equivalen a 310 kg de N, 70 kg de  $P_2O_5$  y 570 kg de  $K_2O$ /planta/año. Las dosis de urea y muriato de potasio se fraccionan en partes iguales para su aplicación trimestral, bimensual o mensual, dependiendo de la disponibilidad de humedad suficiente en el suelo. Por ejemplo si la aplicación es bimensual, cada vez se aplicarán 76 g de urea y 108 g de muriato de potasio. El superfosfato triple se aplica al inicio del invierno por una sola ocasión al año. Los fertilizantes se distribuyen en la zona de máxima absorción, en un semicírculo que se inicia en la base del hijo hasta 0.5 m afuera.

Es importante señalar que aún cuando el suelo posea suficiente K para satisfacer las necesidades del cultivo, se hace necesario mantener un régimen de fertilización potásica con criterio de mantenimiento, es decir para reemplazar, al menos parte, del K exportado con la fruta cosechada. Tal como se vio en la sección de los requerimientos nutritivos, dicha exportación puede bordear los 300 kg/ha con rendimientos moderadamente altos. Sin embargo, un exceso de fertilización potásica, sin el respaldo de un buen diagnóstico nutricional del

sistema suelo-cultivo, puede inducir deficiencias de Mg (Foto 7), un problema de antagonismo catiónico que ya se viene observando en algunas plantaciones bananeras. Con este antecedente debe considerarse seriamente la fertilización con Mg como un componente de los programas de fertilización en plantaciones donde se sospecha que puede desarrollarse este problema ■

**N**ota: Las dosis de fertilización han sido calculadas considerando una población de 1450 plantas/ha.



Foto 6. Síntomas de deficiencia de potasio en hojas de banano.



Foto 7. Síntomas típicos de deficiencia de magnesio en hojas de banano provenientes de plantaciones en la zona de Quevedo.

## CACAO (*Theobroma cacao* L.)

### REQUERIMIENTOS

#### Climáticos

El desarrollo del cacao es favorecido por un clima cálido y húmedo. El óptimo de temperatura media anual para este cultivo se halla alrededor de los 25°C, pero puede crecer con una máxima de 30 y una mínima de 20°C. En las zonas con bajas temperaturas se reduce la floración. El cacao requiere promedios de precipitación superiores a los 1500 mm por año aunque a precipitaciones mayores que 2500 mm la incidencia de enfermedades se torna en un serio problema. Si la precipitación es inferior a los 1500 mm, la explotación del cacao también se torna riesgosa, a menos que se disponga de irrigación. Aún dentro del rango considerado como adecuado, es necesario señalar que la distribución de las lluvias tiene más significación para el cultivo que la cantidad total recibida durante el año. Niveles de humedad atmosférica que varían entre el 75 y 85% se consideran normales, mientras que porcentajes más altos en forma permanente agravan el problema de enfermedades y la presencia de plantas parásitas. En los primeros años de establecimiento de la plantación puede permitirse el paso de un 40 a 50% de la radiación que se tendría a plena exposición solar. Una vez que las plantas han desarrollado un buen nivel de autosombreamiento, se recomienda reducir el follaje de los árboles de sombra hasta conseguir un 70% de penetración de luz. Debe quedar claro que los máximos rendimientos solo se conseguirán a plena exposición solar, siempre y cuando la plantación sea manejada en forma intensiva, particularmente en cuanto se refiere a sus necesidades de riego y fertilización.

#### Edáficos

El cacao se cultiva en una amplia variedad de suelos, pero prefiere suelos fértiles con alto contenido de materia orgánica, francos, profundos, bien drenados y con buena retención de humedad. Tales condiciones son típicas de las tierras ribereñas de "banco" en la parte media y baja de la Cuenca del Guayas. La profundidad efectiva del suelo debe ser al menos de 1.5 m para el mejor desempeño del cultivo, ya que la planta posee una raíz pivotante que crecerá verticalmente si no encuentra obstrucciones físicas o un nivel freático alto. El cultivo es bastante sensible a la falta de humedad pero en cambio

soporta inundaciones temporales, siempre que no se prolonguen demasiado. Bajo condiciones de saturación del suelo las plantas pueden morir en una semana. Si bien el pH óptimo para cacao es de 6.5 se comporta normalmente en el rango de 6.0 a 7.5, pudiendo soportar condiciones de suelo mucho más ácidas que el límite inferior del rango señalado.

#### Nutritivos

Durante los primeros años de establecimiento, el cultivo inmoviliza grandes cantidades de nutrientes para formar la estructura de las plantas. Más tarde, en la fase reproductiva, esta tendencia decrece pues gran parte de los nutrientes absorbidos son utilizados en la formación de los frutos. Se conoce que una plantación adulta en plena producción demanda anualmente alrededor de 90 kg de N, 12 kg de P y 195 kg de K/ha. Parte de dicha demanda es utilizada en la fructificación. En efecto la cosecha de una tonelada de cacao implica la remoción de cerca de 45 kg de N, 6 kg de P, 54 kg de K, 6.5 kg de Ca y 6 kg de Mg. De tales cantidades el 43% de N, 34% de P, 87% de K, 85% de Ca y 52% de Mg se encuentran en la cáscara y el resto en las almendras. A continuación se indican las concentraciones nutritivas foliares asociadas con buenos niveles de rendimiento en cacao: 2.20% de N, 0.28% de P, 2.0% de K, 0.40% de Ca y 0.45% de Mg.

### RECOMENDACIONES DE FERTILIZACIÓN

Es importante recordar que el cacao responde a la fertilización solo si se cultiva con niveles moderados de sombra o a plena exposición solar. Los requerimientos nutritivos de un cultivo con exceso de sombreado son satisfechos por la fertilidad nativa del suelo, debido a que las plantas presentan una actividad metabólica bastante disminuida.

#### Vivero

Para el llenado de las fundas en el vivero se debe utilizar la mejor tierra disponible. En el caso de disponer de algún tipo de material orgánico bien descompuesto se aconseja mezclarlo con la tierra a utilizarse. En este caso la relación de la mezcla es de 2

partes de tierra y 1 parte del material orgánico. Cuando el sustrato para uso de vivero es pobre el beneficio que se obtiene de la fertilización es bastante claro. Para enriquecer el sustrato se debe mezclar 1 kg de abono completo 15-15-15 con 0.25 tonelada de tierra húmeda y utilizar dicha mezcla en el llenado de las fundas. Otra alternativa consiste en aplicar 2 g del fertilizante completo en cada funda, a partir de los 2 meses de la siembra de la semilla, colocando el abono en hoyos a ambos lados del talluelo pero sin acercarse demasiado a éste. La fertilización se repite mensualmente hasta 1 mes antes de la fecha fijada para el trasplante. Se debe tener el cuidado de mantener las dosis bajas porque la plántula de cacao es muy sensible a la fitotoxicidad por fertilizantes. La fertilización al suelo puede combinarse con la fertilización foliar realizada con frecuencia quincenal o mensual.

### Trasplante

Para lograr mejores resultados en el establecimiento del cultivo, el hoyo para el trasplante debe tener dimensiones de 40 x 40 x 40 cm (longitud x ancho x profundidad). Los hoyos pequeños y estrechos dificultan el desarrollo radicular, particularmente si el suelo presenta condiciones físicas desfavorables. La tierra del hoyo se coloca a un costado y se mezcla con 120 g de superfosfato triple o de un abono completo con alto contenido de P. Si hay disponibilidad de algún abono orgánico bien descompuesto se lo incluye en la mezcla en la proporción de 3 a 4 kg por sitio de siembra. Parte de la tierra abonada se coloca en el fondo del hoyo, luego se introduce la planta y se termina de rellenar. A fin de que no queden bolsas de aire que interfieran con el enraizamiento, se apisona ligeramente a medida que se rellena. Al ubicar la planta hay que tener cuidado de que el cuello de la raíz se sitúe al mismo nivel que la superficie del terreno. Transcurridos los 2 primeros meses del trasplante se aplican 60 g de urea distribuidos en corona a 15 cm del pie de cada planta.

### Plantas en crecimiento

Durante los 2 años posteriores al trasplante se abona con 80 g de urea y 50 g del abono completo 15-15-15, aplicados al inicio de la época de lluvias (Foto 8). Transcurridos 2 a 3 meses de esta primera fertilización se aplican otros 80 g de urea. Los fertilizantes se distribuyen en una corona que se inicia a los 0.30 m y que se extiende hasta 0.60 m del pie de cada planta. En los años siguientes la corona se ubica entre 0.6 y 0.1 m del pie de cada planta debido a que en esta zona se concentran la

mayor cantidad de raíces absorbentes. Si el suelo presenta contenidos medios o bajos de P y/o K se duplican las dosis del abono completo, o se aplica su equivalente en superfosfato triple, muriato de potasio u otros fertilizantes que contengan los nutrientes señalados.



Foto 8. Fertilización de plantas jóvenes de cacao creciendo a plena exposición solar.

### Plantas en producción

Una recomendación general para suelos con un índice medio de fertilidad consiste en la aplicación de 120 g de urea y 100 g del fertilizante completo 15-15-15, al inicio de las lluvias. Esta fertilización se complementa con otros 120 g de urea aplicados 2 a 3 meses más tarde. Otra alternativa consiste en aplicar el fertilizante al voleo, en las "calles" del cultivo, utilizando para el efecto 4 sacos de urea y 2 sacos del abono 15-15-15/ha. En caso de que el suelo presente contenidos bajos de P y/o K se duplica la dosis del abono completo, o se aplica su equivalente con otros fertilizantes que contengan los nutrientes señalados. Las recomendaciones mencionadas sirven para plantaciones con un 30 a 35% de sombra (anteriormente ya se explicó que al aumentar el nivel de sombra disminuye la demanda nutritiva del cultivo y por tanto la necesidad de abonamiento, pero los rendimientos son bajos). Las dosis indicadas deben al menos duplicarse si se trata de un cacaotal a plena exposición solar a fin satisfacer las necesidades nutricionales de un cultivo de altas funciones metabólicas

que produce altos rendimientos. En caso contrario se observa deterioro de la plantación que se manifiesta por la presencia de ramas con "puntas desnudas", principalmente cuando la humedad del suelo es escasa por largos períodos.

Se aconseja no amontonar los desechos de la cosecha fuera de la plantación pues los cascarones de las mazorcas

contienen una significativa cantidad de nutrientes que pueden ser aprovechados. Para esto se debe distribuir los desechos alrededor de los árboles de cacao a manera de cobertura, pero primero hay que repicarlos para acelerar la descomposición ■

**N**ota: Las dosis de fertilización han sido calculadas considerando una población de 1000 plantas/ha.

## CAFE (*Coffea arabica* L.)

### REQUERIMIENTOS

#### Climáticos

El café tipo arábigo puede crecer bajo diversas condiciones climáticas aunque no siempre con buenos resultados. El ambiente considerado óptimo para esta especie está representado por un clima tropical moderado por altitudes que van de 1000 a 1800 msnm, temperatura media anual de 20 a 25°C, precipitación entre 1300 y 1800 mm y un período sin lluvias de 4 a 5 meses. Por debajo de los 800 mm de precipitación, incluso bien repartidos durante el año, resulta riesgoso cultivar café. Aunque en su habitat natural el café arábigo crece en lugares sombreados, puede explotarse con éxito y lograr máximos rendimientos a pleno sol siempre y cuando las condiciones sean favorables. El cultivar café en zonas bajas afecta desfavorablemente la longevidad de la plantación así como el rendimiento y la calidad de taza. Con excepciones, el café en nuestro país se cultiva en zonas con distintos niveles de marginalidad y bajo una elevada proporción de sombra que actúa como factor moderador del ambiente. La predominancia de vientos secos y cálidos perjudica el crecimiento de la planta al acelerar la transpiración y disminuir sus reservas hídricas, particularmente en zonas con insuficiente precipitación.

#### Edáficos

Los suelos dedicados al cultivo del café tienen muy variado origen. Aquéllos derivados de cenizas volcánicas jóvenes y de origen aluvial se consideran los mejores, aunque estos últimos predominan en zonas de baja altitud. Desde el punto de vista físico, el café prefiere suelos permeables, francos y con una profundidad de por lo menos 1 m que garantice suficiente espacio para el desarrollo radicular. Las raíces del café alcanzan gran extensión en suelos profundos, característica que le permite aprovechar un volumen de suelo muy considerable, compensando parcialmente cualquier problema de escasez nutritiva. No son recomendables los suelos arcillosos pesados o con mal drenaje, así como los suelos arenosos, livianos o con pobres relaciones hídricas. El pH debe oscilar entre 5.5 y 6.5 siendo una especie con relativa tolerancia a condiciones de acidez. El uso de terrenos con declives fuertes hace necesaria la adopción de prácticas de conservación del suelo.

#### Nutritivos

El café tiene altos requerimientos de N y la deficiencia de este elemento causa disminución del crecimiento y producción. La falta de N se acentúa durante la fase de crecimiento de los frutos y en épocas de sequía. Aunque la demanda de P por el cultivo es más bien pequeña, el desarrollo radicular se ve afectado por un suministro inadecuado. El café presenta una demanda de K algo superior a la del N, aumentando la exigencia con la edad de la planta y al avanzar el período de fructificación. Esto último ocurre porque la síntesis y translocación de los carbohidratos se relaciona estrechamente con la nutrición potásica. Durante el desarrollo los frutos acumulan los nutrientes provenientes de las hojas adyacentes. Esta translocación reduce además del nivel hídrico de las hojas causando envejecimiento prematuro si la planta no ha tenido un buen suministro nutritivo. Se ha reportado que un cafetal de 3 años requiere alrededor de 140 kg de N, 14 kg de P y 157 kg de K/ha, para satisfacer sus necesidades nutritivas. Aproximadamente un tercio de dichas necesidades anuales se destinan para la formación del fruto. Niveles foliares de 3.0% de N, 0.20% de P y 1.80% de K reflejan suficiencia nutritiva para respaldar la formación de una buena cosecha.

### RECOMENDACIONES DE FERTILIZACION

#### Vivero

Las fundas se llenan con una mezcla de tierra buena y pulpa de café descompuesta en proporción de 2 a 1. Si esto no es posible y la tierra que se utiliza tampoco es la mejor, se pone en práctica un programa de fertilización que comienza cuando las plántulas han desarrollado su primer par de hojas verdaderas. Se aplican 5 g de un fertilizante de fórmula completa (10-30-10 por ejemplo) por funda. La dosis mencionada cabe en una "tapilla" de cola y se coloca en hoyos de 5 cm de profundidad hechos con un punzón, uno a cada lado del talluelo y cerca de la pared de la funda. Dicha labor se repite mensualmente hasta un mes antes de que las plantas se encuentren listas para el trasplante. Debe evitarse el uso de dosis más altas que la indicada pues causan fitotoxicidad o quemazón de las plántulas. La fertilización al suelo se complementa con la fertilización foliar. Para el efecto se recomienda

disolver en 20 litros de agua (capacidad de una bomba de mochila) 80 del fertilizante foliar, si éste es de formulación sólida, o 80 cc si es líquido. Las aspersiones se realizan con una frecuencia quincenal.

## Trasplante

Se comienza haciendo el hoyo lo suficientemente amplio pues es un factor que favorece el rápido establecimiento del cultivo en el sitio definitivo, particularmente si son suelos con texturas desfavorables. Se aconsejan dimensiones de 40 x 40 x 40 cm (longitud x ancho x profundidad). La tierra que sale del hoyo se mezcla con 120 g de superfosfato triple o un fertilizante completo con alta proporción de P. Parte de la mezcla se coloca en el fondo del hoyo, luego se pone la planta y se termina de rellenar con el resto de la tierra fertilizada. Al rellenar el hoyo se apisona ligeramente para evitar la formación de bolsas de aire que dificultan el desarrollo radicular. Transcurridos 2 meses del trasplante se aplican 25 g de urea en corona a unos 15 cm del pie de cada planta (Foto 9). Este programa de fertilización inicial es básico para el establecimiento de la plantación, de otro modo las plantas desarrollan una clorosis temprana que perjudica su crecimiento.



Foto 9. Fertilización del café a los 2 meses después del trasplante en una plantación sembrada en curvas a nivel.

## Plantas en crecimiento

Después que se ha cumplido el primer año del trasplante, es decir al iniciarse la siguiente época lluviosa, se aplican 30 g de urea y 30 g de un fertilizante completo en corona y a una distancia de 20-25 cm del pie de la planta. Transcurridos 3 meses de dicha fertilización se completa con otros 30 g de urea.

## Plantas en producción

Al cumplirse el segundo año del trasplante el cafetal, bajo nuestras condiciones habrá comenzado a formar su primera cosecha, se recomienda aplicar 50 g de urea y 50 g de un fertilizante completo a una distancia de 35 cm del pie de cada planta. Dos meses más tarde se aplican otros 50 g de urea. La última fertilización es imprescindible para lograr un buen desarrollo final del fruto. Cabe mencionar que las recomendaciones indicadas funcionan en cafetales con un 35% de sombreado. Las dosis deben al menos duplicarse y en el mejor de los casos triplicarse si se trata de un cultivo a plena exposición solar. De otro modo se corre el riesgo de que el cafetal se deteriore rápidamente por agotamiento progresivo que se refleja en la gran cantidad de plantas con ramas muertas y puntas desnudas (Foto 10) ■

**N**ota: Las dosis de fertilización han sido calculadas considerando una población de 3300 plantas/ha.



Foto 10. Plantación de café a plena exposición solar en claro proceso de deterioro (ramas muertas y puntas desnudas) por falta de abonamiento y riego.

## CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum spp*)

### REQUERIMIENTOS

#### Climáticos

La caña de azúcar es un cultivo que prospera mejor en un clima cálido no muy húmedo y con temperaturas que oscilan entre 24 y 37°C. Presenta requerimientos hídricos de 1300 a 1500 mm que pueden ser satisfechos mediante la precipitación natural y el riego. La mayor parte de dicho requerimiento se distribuye desde la siembra hasta la fase de máximo crecimiento, es decir después del macollamiento. Hacia la fase de maduración el crecimiento se detiene y la planta empieza a acumular reservas, necesitando de un período relativamente seco para cumplir en forma apropiada con este proceso. Un exceso de humedad en este punto hace que los tallos crezcan demasiado pudiendo ocurrir macollamiento tardío, perjudicando la concentración final de sacarosa. Ambientes con un alto índice de luminosidad favorecen notoriamente la acumulación de azúcares.

#### Edáficos

Si bien la caña de azúcar se cultiva en una amplia variedad de suelos, prefiere aquellos que son fértiles, francos y bien drenados. Debido al uso de maquinaria pesada en las labores de cultivo el riesgo de compactación siempre está presente, de allí que la práctica de subsolado periódico es necesaria para aflojar el suelo y facilitar el drenaje. En general, cuando se cultiva en suelos algo pesados debe tomarse medidas para evitar el encharcamiento excesivo. El nivel freático tiene que estar por lo menos a 80 cm de profundidad para el normal desarrollo del sistema radicular, pues es un cultivo que demanda mucha aereación. En suelos bien drenados las raíces fácilmente profundizan más allá de 5 m. El pH adecuado está alrededor de la neutralidad y el cultivo de caña en suelos ácidos da lugar a impurezas que dificultan su procesamiento industrial.

#### Nutritivos

El N promueve el crecimiento del cultivo pero cantidades excesivas perjudican la concentración final de sacarosa. El P estimula un desarrollo radicular

vigoroso a más de favorecer la maduración de la caña. La demanda de K es alta y la concentración en la planta se relaciona positivamente con el rendimiento. Una plantación con un rendimiento de 50 t/ha/año utiliza aproximadamente 150 kg de N, 35 kg de P y 208 kg de K. Con la cosecha se remueven unos 40 kg de N, 10 kg de P y 57 kg de K/ha. Los altos niveles de producción en este cultivo se encuentran asociados con concentraciones foliares de 2.0% de N, 0.18% de P, 1.3% de K, 0.10% de Mg, 0.17% de S, 40 ppm de Fe, 10 ppm de Cu y 50 ppm de Zn.



Foto 11. Deficiencia de nitrógeno en caña de azúcar. Hojas jóvenes de color verde pálido y tallos delgados como consecuencia de una severa deficiencia (arriba). La deficiencia reduce también el crecimiento de los internodos (abajo). Anderson y Bowen, 1990. Con permiso de los autores.

## RECOMENDACIONES DE FERTILIZACIÓN

### Establecimiento

Para la fase de establecimiento del cultivo se recomienda aplicar, al fondo del surco de 10 a 12 sacos/ha del fertilizante completo 15-15-15, luego se cubre con tierra y se plantan las estacas. Si el suelo presenta contenidos medios o bajos de P y/o K se aplica adicionalmente 3 sacos de superfosfato triple y/o 4 sacos de muriato de potasio/ha. Transcurridos 4 meses

después de la siembra se completa la fertilización con 5 sacos de urea. El cultivo desarrolla rápidamente síntomas de clorosis si la disponibilidad de N es baja (Foto 11).

### Fase de soca

Después de la primera cosecha las partes subterráneas permanecen en el suelo y dan lugar al cultivo de soca que permite una segunda cosecha, aunque de menor cuantía que la inicial. En este caso la fertilización consiste en la aplicación de 2 sacos de urea después del corte y otros 2 sacos 3 o 4 meses más tarde ■

## CITRICOS (*Citrus spp*)

### REQUERIMIENTOS

#### Climáticos

El mejor rango de temperatura para los cítricos se halla entre 23 y 30°C. Niveles de precipitación que oscilan entre 1600 y 2000 mm se consideran adecuados para el cultivo siempre que exista una buena distribución anual. En zonas con precipitación menor a 1200 mm o en zonas con períodos secos prolongados se hace imprescindible el riego para un cultivo exitoso. Los cítricos prefieren valores de humedad relativa entre 60 y 80%. Condiciones con valores de humedad relativa cercanos o superiores al 90%, en forma permanente, favorecen la proliferación de plantas parásitas que afectan el normal desarrollo de los árboles. Los cítricos presentan también una alta exigencia respecto a la cantidad de brillo solar, condición necesaria para obtener altas producciones.

#### Edáficos

Los cítricos se caracterizan por tener un sistema radicular bastante superficial, con insuficiente número de pelos absorbentes que reduce la capacidad de absorción. Por las razones indicadas, este cultivo no compite bien con otras plantas y tampoco soporta el agua estancada o mal drenaje. Esto explica la alta exigencia en fertilidad y aereación del suelo, necesarios para el cultivo de cítricos. Considerando la alta demanda de oxígeno se descartan para este cultivo los suelos arcillosos, mal drenados o sujetos a condiciones de inundación temporal (si las raíces permanecen bajo agua más de 3 días se producen daños graves en los árboles). Para mejores resultados el nivel freático debe encontrarse por debajo de 1.20 m de profundidad pues el crecimiento de las plantas es demasiado lento si éste se halla cerca de la superficie. La presencia de una capa arcillosa masiva limitando la profundidad del suelo también perjudica notablemente el desarrollo de los árboles. Los suelos livianos, franco-arenosos o francos, con un rango de pH entre 6.0 y 7.0, son las más indicados para el cultivo. Valores alejados del rango señalado pueden causar problemas nutricionales difíciles de corregir. Debe evitarse la utilización de suelos con más del 25% de gravas o piedras, condición que también perjudica el normal desarrollo de las raíces.

#### Nutritivos

En su calidad de especies perennes, los cítricos absorben nutrientes durante todo el año, siempre que exista suficiente humedad, pero la absorción es más intensa durante el período de formación de nuevos brotes y la floración. La escasez de N causa una clorosis uniforme en toda la hoja presentándose el síntoma con mayor severidad en las ramas fruteras. Los frutos que se forman en plantas deficientes en N son pequeños y de piel muy fina. El exceso de N en cambio produce frutos grandes con corteza gruesa y de pobre calidad. La carencia de P da lugar a frutos que en algunos casos son deformes, poco jugosos y con los segmentos interiores separados. La escasez de K, a más de retrasar el desarrollo de la planta, ocasiona la caída de las flores y tiene un rol de gran importancia sobre la calidad del fruto. Cabe señalar que la deficiencia de Zn es uno de los desordenes nutricionales observados con más frecuencia en cítricos (Foto 12). Una plantación bien manejada demanda de unos 240 kg de N, 25 kg de P y 165 kg de K/ha/año para un rendimiento de 40 t de frutos/ha. La cosecha de 1 tonelada de frutos maduros significa para la plantación la pérdida de 2.04 kg de N, 0.18 kg de P y 1.85 kg de K. Concentraciones foliares de 2.80% de N, 0.19% de P, 1.10% de K, 6.0% de Ca, 0.7% de Mg, 160 ppm de B, 300 ppm de Fe, 100 ppm de Mn, 150 ppm de Cu y 110 ppm de Zn se hallan asociadas con altos niveles de producción.

### RECOMENDACIONES DE FERTILIZACION

#### Semillero

Durante la preparación del suelo para el almácigo es conveniente añadir una pequeña cantidad de abono. Para el efecto se mezcla completamente 4 kg de la fórmula fertilizante 15-15-15 con el suelo correspondiente a cada 10 m<sup>2</sup> de semillero. Una vez que las plantas han desarrollado de 8 a 10 hojas se aplican 5 g de urea/m de hilera, teniendo siempre cuidado de que el abono no haga contacto con la plántula. La misma fertilización se repite cada 3 a 4 semanas, aconsejándose un riego abundante después de cada aplicación. Con excepción de un riego copioso 2 a 3 días antes del trasplante, evite regar las plantas 3 semanas antes de realizar dicha labor.

## Vivero

El suelo escogido para llenar las fundas del vivero debe tener una alta fertilidad. Luego del trasplante se espera 2 meses para aplicar 7 g de urea por planta, a los 4 meses se aplica el doble y a los 6 meses triple de la dosis señalada. Después de 6 meses las plantas habrán alcanzado alrededor de 30 cm de altura y estarán listas para ser injertadas. No conviene abonar ni regar hasta que el injerto haya prendido (2 semanas después de que se ha realizado la operación), de esta forma se evita que un flujo excesivo de savia pueda comprometer la vida del injerto. Después de comprobar que existe prendimiento se abona y riega moderadamente.

## Trasplante al campo

El hoyo para el trasplante debe ser suficientemente amplio con dimensiones de 50 x 50 x 50 cm (longitud x ancho x profundidad). La tierra del hoyo se amontona a un costado y se mezcla con 250 g de superfosfato triple o un fertilizante completo con alto contenido de P. Si se dispone de algún tipo de abono orgánico, éste se incluye en la mezcla en cantidades de 4 a 5 kg por sitio de siembra. Parte de la tierra abonada se coloca en el fondo del hoyo, luego el arbolito y se termina de rellenar. Hay que tener cuidado de apisonar ligeramente a medida que se rellena para evitar que se formen bolsas de aire que afectan el

desarrollo radicular. En el proceso del trasplante es importante que el cuello de la raíz quede al mismo nivel la superficie del terreno. Transcurridos 2 meses del trasplante se aplican 40 g de urea en la modalidad de corona comenzando a unos 10 cm del pie de cada planta. Se repite esta fertilización cada 2 meses hasta el año del trasplante.

## Plantaciones jóvenes

Durante el primer año de la plantación se aplican 60 g de urea por planta al comenzar las lluvias y otros 60 g 3 meses más tarde. Dicha cantidad se duplica al segundo año, se triplica al tercer año y se continúa con este procedimiento hasta el quinto o sexto año. Cuando se dispone de riego, la fertilización se realiza en forma fraccionada, cada 3 o 4 meses, pero manteniendo las mismas dosis anuales. Si el suelo presenta contenidos medios o bajos de P y/o K, se recomienda la aplicación de 250 g de un fertilizante fosfórico y/o potásico cada año, por una sola ocasión al inicio del período lluvioso. Los síntomas de deficiencia de Zn, cuando se presentan con frecuencia, se corrigen mediante la aspersión al follaje de soluciones de óxido de Zn u otros fertilizantes foliares que contengan dicho elemento ■

**N**ota: Las dosis de fertilización se han calculado considerando una población de 300 plantas/ha.



Foto 12. Síntoma típico de deficiencia de Zn en brotes terminales de cítricos.

**COCOTERO** (*Cocos nucifera* L.)**REQUERIMIENTOS****Climáticos**

Aunque la proximidad del mar no es condición esencial para el cultivo del cocotero (crece también en zonas del interior) la regulación que el ambiente marino ejerce sobre el clima constituye un factor favorable para su desarrollo y producción. Es un cultivo que prospera en zonas con poca fluctuación de temperatura y cuya óptima media anual se encuentra entre 27 y 28°C con un mínimo de 22°C. Las temperaturas demasiado bajas perjudican el proceso normal de la floración. Para su mejor desempeño necesita entre 1500 y 2000 mm de lluvia distribuidos regularmente durante el año, aunque con buen drenaje natural el cultivo soporta índices de precipitación tan altos como 4000 o 5000 mm. Por el contrario, la pluviosidad insuficiente o los períodos de sequía muy prolongados le son perjudiciales, a menos que sus raíces exploren las cercanías de la capa freática. Los bajos valores de humedad relativa pueden causar la caída de los frutos encontrándose el rango más conveniente entre 75 y 90%. La nubosidad excesiva incide también en forma negativa sobre la floración pues el cultivo requiere un ambiente de mucha luminosidad, si es posible cercano a las 2000 horas-luz/año. El viento, además de jugar un papel importante en la diseminación del polen y la fecundación, estimula indirectamente una mayor absorción de nutrientes lo cual redonda favorablemente en el comportamiento del cocotero. Para mejores resultados el cultivo debe sembrarse a menos de 250 msnm.

**Edáficos**

El cocotero se cultiva en diversidad de suelos pero prefiere aquellos que son fértiles (particularmente altos en K), profundos, permeables y con buen drenaje. En general no se recomienda su siembra en suelos arcillosos, pesados y compactos. Los suelos cenagosos y pantanosos también son inapropiados pues la planta no resiste períodos prolongados de inundación. El cocotero tolera un amplio rango de pH que puede ir de 5 a 8, aunque arriba de 7.5 el equilibrio nutricional del cultivo empieza a deteriorarse. Es capaz de soportar altos índices de sodio en el suelo pero las sales de este elemento no son necesarias para su desarrollo como usualmente se cree.

**Nutritivos**

Es un cultivo muy sensible a la falta de K y los síntomas de deficiencia aparecen con facilidad (Foto 13), aunque durante los primeros años de su establecimiento es esencialmente más exigente en N y P. Posteriormente las necesidades de K aumentan en forma substancial y su escasez afecta drásticamente el rendimiento. La demanda nutritiva para una plantación en plena producción se estima en alrededor de 70 kg de N, 12 kg de P, 95 kg de K y 20 kg de Mg/ha/año.

**RECOMENDACIONES DE FERTILIZACION**

Las plantaciones comerciales deben contar desde el inicio con un adecuado suministro nutritivo, por esta razón la fertilización temprana es de gran provecho para el desarrollo y producción posterior. En efecto, la práctica de una fertilización generosa y equilibrada a más de vigorizar el cultivo acorta el período no productivo del cocotero.



Foto 13. Síntomas de deficiencia de potasio desarrollados en cocoteros establecidos en suelos susceptibles al encharcamiento.

## Trasplante

El hoyo de siembra debe ser lo suficientemente amplio con dimensiones de 70 x 70 x 70 cm (longitud x ancho x profundidad), lo que será de mucho beneficio para el establecimiento de las plántulas, particularmente si el suelo es duro o compacto. La tierra del hoyo se amontona a un costado y se mezcla con 250 g de superfosfato triple, fosfato diamónico o una fórmula completa con alto contenido de P. Si se dispone de algún tipo de material orgánico descompuesto o composte, se recomienda incluirlo en la mezcla en cantidades de 15 a 20 kg por sitio de siembra. Parte de la tierra abonada se coloca en el fondo del hoyo, luego se pone la planta y se termina de rellenar, apisonando ligeramente durante el proceso para evitar la formación de bolsas de aire que perjudican el enraizamiento. Transcurridos 3 meses del trasplante se fertiliza con 250 g de urea por planta. Si el análisis de suelos muestra contenidos medios o bajos de K y/o Mg se aplican además 250 g de muriato de potasio y 400 g de sulfato de magnesio. Los fertilizantes se distribuyen en la modalidad de corona aproximadamente a unos 40 o 50 cm del pie de cada planta.

## Plantas en crecimiento

Al inicio de la época lluviosa se aplica 250 g de urea por planta. Si el suelo presenta contenidos medios o bajos de P, K y/o Mg se incluye además 250 g de superfosfato triple, 350 g de muriato de potasio y/o 300 g de sulfato de magnesio. Transcurridos 4 meses de la primera fertilización se aplican otros 250 g de urea y 300 g de sulfato de magnesio. La corona de fertilización se ubica a 1 m alrededor del tallo.

## Plantas en producción

Las dosis indicadas para plantas en crecimiento se incrementan en un 40% cuando se trata de plantas en producción. Tomando en cuenta que las estopas o cáscaras del fruto contienen apreciables cantidades de elementos nutritivos, éstas se colocan alrededor de la base del tronco para que al descomponerse beneficien al cultivo. La descomposición se acelera repicando el material en trozos pequeños ■

**N**ota: Las dosis de fertilización han sido calculadas considerando una población de 150 plantas/ha.

**MAIZ (*Zea mays* L.)****REQUERIMIENTOS****Climáticos**

El desempeño del maíz es óptimo en un clima cálido, soleado y con noches frescas, aunque esta última condición no es propia de ambientes con poca elevación. En general se cultiva con temperaturas que van de 20 a 30°C, experimentando el mayor crecimiento cerca del límite superior de dicho rango, cuando existe adecuado suministro hídrico. Para completar el ciclo, el maíz requiere de 650 mm de agua. En nuestro medio se ha encontrado que los rendimientos más altos se logran con 800 a 1000 mm de lluvia durante la época de invierno. En años con precipitación excesiva se ha observado una reducción significativa del potencial productivo de los cultivares mejorados, especialmente los híbridos extranjeros. El maíz es un cultivo que resiste bastante bien a la sequía, si ésta ocurre al inicio del ciclo vegetativo, pero es muy sensible a la falta de agua durante la fase reproductiva. Dicha sensibilidad se traduce en reducciones de rendimiento que representan hasta el 50% de lo que se obtendría con suficiente humedad. La fase reproductiva es también particularmente sensible a diferencias estacionales de intensidad lumínica. En general el desempeño del cultivo depende mucho de la cantidad de luz recibida.

**Edáficos**

El maíz se adapta a una amplia variedad de suelos. Sin embargo, los más idóneos presentan texturas intermedias, alta fertilidad, buen drenaje y suficiente profundidad para almacenar una generosa cantidad de agua de reserva, principalmente en áreas maiceras de secano y con precipitación limitada. No se recomienda la siembra en suelos excesivamente pesados o muy sueltos. Aunque puede crecer en un rango de pH que va de 5.5 a 8.0 un pH ligeramente ácido es óptimo para el cultivo. El maíz es una especie con moderada tolerancia a la salinidad.

**Nutritivos**

Con relación a otros cultivos, el maíz presenta una demanda nutritiva bastante elevada, que si no es satisfecha da lugar a síntomas de deficiencia bastante

conocidos (Fotos 14 y 15). Al comenzar su ciclo la tasa de absorción es relativamente lenta, pero después de las 3 primeras semanas de crecimiento ésta se incrementa en forma sustancial. Durante el período de rápido crecimiento puede absorber hasta 4 kg de N/ha/día. Al llegar la floración el cultivo ha utilizado el 58, 46 y 78% de sus necesidades totales de N, P y K respectivamente. La absorción de K se completa poco después de la floración femenina, mientras que la de N y P continúa hasta cerca de la madurez, aunque a un ritmo mucho menor. La producción de cada quintal de maíz requiere de la absorción de aproximadamente 1.25 kg de N, 0.25 kg de P y 1.0 kg de K. Es decir que para obtener rendimientos de 6 t/ha, comunes en plantaciones bien manejadas de las zonas de Quevedo y Balzar, el cultivo utilizará 150 kg de N, 30 kg de P y 120 kg de K. Aproximadamente el 60% del N y P y el 30% del K utilizado se remueven de la plantación con el grano cosechado, el resto permanece en los residuos del cultivo para ser reciclado al suelo. Los altos rendimientos de maíz requieren, al inicio de la floración, de las siguientes concentraciones foliares: 3.0% de N, 0.15% de P, 1.9% de K, 0.4% de Ca y 0.25% de Mg.



Foto 14. Plantas de maíz mostrando síntomas típicos de la carencia de fósforo.

## RECOMENDACIONES DE FERTILIZACIÓN

Puede decirse casi con certeza que ningún suelo dedicado al cultivo del maíz tiene los nutrientes suficientes que permitan lograr altos rendimientos. Surge entonces la necesidad de recurrir a la fertilización en niveles adecuados para conseguir tal propósito.

El elemento más deficiente en todos los suelos es el N, de allí que los fertilizantes nitrogenados sean los que se usan en mayores volúmenes. Para siembras mecanizadas se recomienda la aplicación de 5 sacos de urea/ha aunque en algunos suelos de alta fertilidad como los de Quevedo, solo 4 sacos pueden ser necesarios. Con siembras a espeque en terrenos no preparados se utilizan también 4 sacos de urea/ha. Las dosis recomendadas se dividen en 2 fracciones iguales. La primera se aplica a los 15 días después de la siembra y la otra a los 30 días. La urea se distribuye formando una banda de unos 20 cm de ancho al costado de las hileras del cultivo.

Cuando el maíz se siembra en suelos aluviales puede haber necesidad de aplicar parte del N como sulfato de amonio a fin de corregir posibles deficiencias de azufre (Foto 16). Este desorden es frecuente en terrenos

ubicados a lo largo de los ríos. En tal caso si la recomendación es de 4 a 5 sacos de urea, se aplica solamente 3 sacos de este fertilizante y se completa la dosis con 2 sacos de sulfato de amonio.

Si el suelo presenta contenidos medios a bajos de P se recomienda la aplicación de 3 a 5 sacos de superfosfato triple por ciclo, manteniendo dicha práctica año tras año a fin de ir incrementando gradualmente la concentración de P en la capa arable. El incremento se monitorea con el análisis periódico del suelo. Cuando el nivel natural de P en el suelo es alto, se sugiere aplicar 1 saco de cualquier fertilizante fosfórico como práctica corriente de mantenimiento. Aunque el K rara vez hace falta en las zonas tradicionalmente maiceras de nuestro medio, un contenido medio o bajo en el suelo justifica la aplicación de 2 a 4 sacos de nitrato de potasio/ha. Si el contenido es alto se abona solamente con un saco de nitrato de potasio como dosis de mantenimiento. Es necesario indicar que los fertilizantes fosfóricos y potásicos se incorporan al suelo para su mejor aprovechamiento. Con dosis altas una parte del fertilizante se aplica al voleo antes de la siembra para su incorporación con un pase de rastra y la otra se aplica en bandas incorporadas a un costado de la hilera de siembra mediante la sembradora-abonadora ■



Foto 15. Plantas de maíz mostrando la clorosis típica de la deficiencia de nitrógeno.



Foto 16. Respuesta comparativa del maíz a la fertilización con urea y sulfato de amonio en un suelo aluvial deficiente en azufre.

## MELON (*Cucumis melo* L.)

### REQUERIMIENTOS

#### Climáticos

Para el cultivo exitoso el melón requiere de un ambiente cálido- seco con noches frescas. La temperatura puede variar entre 24 y 32°C, estimándose conveniente una humedad ambiental inferior al 75%. La calidad del fruto aumenta a mayor temperatura (dentro del rango indicado) y menor humedad relativa, lográndose más aroma y azúcares y por otro lado disminuyéndose los problemas fitosanitarios. Por las razones antes anotadas, el melón es una especie que prospera mejor en la época seca o en zonas áridas y semi-áridas con suficiente riego. El requerimiento hídrico está entre los 500 y 600 mm. Debido a que el melón posee un sistema radicular más bien superficial, presenta menor resistencia a la sequía que otras cucurbitáceas como la sandía. No se deben emplear sistemas de riego que mojen el follaje porque se crea un ambiente favorable para el desarrollo de las enfermedades fungosas. El mejor sistema de irrigación es por surcos, a 0.5 m de la hilera de siembra, o por goteo. Las regiones con mucha nubosidad no son aptas para el cultivo sino más bien las que tienen un alto índice de luminosidad. Tal condición favorece la fecundación y la acumulación de azúcares en el fruto.

#### Edáficos

El cultivo del melón se comporta mejor en suelos francos fértiles, preferiblemente con un buen nivel de materia orgánica y que posean adecuado drenaje interno y externo. Los suelos muy arcillosos o muy arenosos no son convenientes por los riesgos de encharcamiento o

sequía. El perfil del suelo no debe tener capas duras o compactas y si ese es el caso, se deberá subsolar durante el proceso de preparación del suelo para mejorar el drenaje. El pH debe estar entre 6 y 7 siendo un cultivo muy sensible a suelos ácidos, pero moderadamente tolerante a la salinidad.

#### Nutritivos

Para el normal desarrollo del melón es indispensable una adecuada disponibilidad de N. Al contrario, el exceso de N causa un crecimiento exuberante con el consiguiente retardo de la cosecha y disminución del contenido de sólidos solubles (azúcares). Por otro lado, el P tiende a controlar los efectos indeseables antes indicados. La nutrición potásica en niveles correctos es básica para la formación de los azúcares y en general para mejorar la calidad comercial del fruto.

### RECOMENDACIONES DE FERTILIZACION

Al momento de la siembra se recomienda incorporar 8 sacos/ha de la fórmula completa 15-15-15, lo que equivale a unos 80-100 g del fertilizante por hoyo de siembra. Los hoyos para el trasplante deben ser amplios con una profundidad de 20 cm y un diámetro de 40 cm. Si se decide incorporar algún tipo de abono orgánico, éste debe estar bien descompuesto sugiriéndose la mezcla de 1 a 2 kg con la tierra del hoyo. Después que han transcurrido 5 semanas, es decir cuando la planta ha comenzado a formar sus guías, la fertilización se complementa con 3 a 4 sacos de urea/ha. ■

## MANGO (*Mangifera indica* L.)

### REQUERIMIENTOS

#### Climáticos

El mango es una especie que se cultiva con éxito hasta los 500 msnm. Requiere de una temperatura media anual que no sea inferior a los 24°C y una precipitación mínima de 800 a 1000 mm. No obstante, se encuentra mango en zonas hasta con 2500 mm de lluvia, que no es ambiente propicio para el cultivo, pues éste prefiere una humedad relativa más bien baja. La ocurrencia de épocas seca y lluviosa bien diferenciadas es condición básica para lograr buena fructificación. El período seco induce una floración abundante, provee un medio natural que estimula la polinización y reduce el riesgo de antracnosis a la flor. En cambio las lluvias abundantes durante la floración producen la caída de las flores, aunque después de la fructificación las lluvias son importantes para el desarrollo normal de los frutos. Aquellas zonas con poca luminosidad no se consideran aptas para el cultivo que necesita de un alto nivel de radiación solar para lograr un buen cuajamiento, color y perfume de los frutos. No se recomienda el uso de distancias de siembra muy estrechas (menores de 10 m) debido a la creación de microclimas húmedos dentro de la plantación que facilitan brotes de plagas y enfermedades.

#### Edáficos

Es un cultivo no muy exigente en cuanto a suelos pues se comporta aceptablemente en suelos pesados o ligeros, ácidos o alcalinos. Tal comportamiento se explica porque el mango es muy eficiente para extraer agua y nutrientes debido a lo extenso y profundo de su sistema radicular. Por la misma razón, tolera sequías prolongadas pero no soporta los terrenos mal drenados. A pesar de no ser exigente, su comportamiento es óptimo en suelos francos, bien drenados y con un nivel freático que se encuentre más allá de los 3 m de profundidad. El mejor rango de pH del suelo oscila de 5.7 a 6.5. Cabe indicar que las deficiencias de Mn, Cu, Zn y B pueden llegar a ser serias e incluso confundirse con problemas patológicos en suelos con pH alcalino. Si se piensa mecanizar la plantación debe evitarse el uso de suelos pedregosos.

#### Nutritivos

El N es el nutriente que mayor influencia ejerce sobre el crecimiento del árbol y la producción. Sin embargo, la excesiva disponibilidad de este nutriente causa trastornos tales como el ablandamiento interno de los frutos. El mango utiliza relativamente poco P si se compara con la demanda de N y K. Se estima que una cosecha de 16 t/ha requiere de la extracción de unos 110 kg de N, 10 kg de P, 100 kg de K, 90 kg de Ca, 50 kg de Mg, 870 g de Mn, 170 g de B, 370 g de Zn y 435 g de Cu. Dichas cifras muestran que el cultivo presenta, en orden decreciente, la siguiente demanda nutricional:  $N > K > Ca > Mg > P$ . A continuación se indican como referencia algunos rangos nutritivos foliares asociados con altos niveles de producción en este cultivo: 1 a 1.5% de N, 0.08 a 1.17% de P, 0.3 a 0.8% de K, 2 a 5% de Ca y 0.15 a 0.40% de Mg.

### RECOMENDACIONES DE FERTILIZACION

El mango, por su eficiencia en el aprovechamiento de nutrientes, no muestra síntomas de deficiencias visibles aun en suelos que no han sido abonados por mucho tiempo. Sin embargo, un suministro nutritivo generoso casi siempre se traduce en un desarrollo rápido, vigoroso y en abundante fructificación.

#### Vivero

Se recomienda llenar las fundas del vivero con la mejor tierra disponible. Una vez que la plántula está establecida se aplican 3 g de urea por funda, sin acercarse demasiado al tallo, cada dos meses. Debe evitarse el uso de dosis más altas que podrían causar fitotoxicidad. En la fase de vivero se recomienda la fertilización al follaje con frecuencia quincenal o mensual, como complemento de la fertilización al suelo. Para el efecto se disuelven 80 g, si se trata de un fertilizante foliar sólido, u 80 cc si es líquido, en 20 litros de agua (la capacidad de una bomba de mochila).

#### Trasplante

La mejor época para transplantar es cuando se han establecido las lluvias, a menos que se disponga de un

sistema de riego que permita el trasplante en cualquier época. Se recomienda utilizar dimensiones de 50 x 50 x 50 cm (longitud x ancho x profundidad) para obtener hoyos de siembra con suficiente amplitud. Este es un aspecto importante para el rápido establecimiento del cultivo, particularmente si las condiciones físicas del suelo no son muy favorables. La tierra que sale del hoyo se mezcla con 250 g de la fórmula fertilizante 10-30-10. Si hay disponibilidad se incluye de 4 a 5 kg de algún abono orgánico bien descompuesto. Cuando la planta ha cumplido el primer mes en el sitio definitivo se abona con 100 g de urea en corona comenzando a unos 20 cm del pie de cada planta. Dicha fertilización se complementa 2 meses más tarde con otros 100 g de urea.

### Plantas en crecimiento

Al cumplirse el primer año de la plantación se aplican 250 g de urea y 400 g de un fertilizante completo de fórmula 15-15-15. Tres meses más tarde se aplican otros

250 g de urea por planta. Las dosis indicadas se duplican al cumplirse el segundo año, triplican al tercer año y así sucesivamente hasta el séptimo u octavo año. De allí en adelante se mantienen las últimas dosis aplicadas. Cuando se dispone de riego en la época seca la fertilización se realiza en forma fraccionada varias veces al año.

Las deficiencias de micronutrientes, en caso de presentarse, se corrigen mediante la aplicación de abonos foliares con frecuencia bianual. Una de las deficiencias más comunes es la de B que se corrige aplicando soluciones que contengan dicho elemento. Estas se preparan disolviendo 150 g de borax en 100 litros de agua, aunque también se puede agregar borax al suelo en dosis de 40 a 60 g/árbol ■

**N**ota: Las dosis de fertilización han sido calculadas considerando una población de 100 árboles/ha.

## MARACUYA (*Passiflora edulis* S.)

### REQUERIMIENTOS

#### Climáticos

El maracuyá es un cultivo de clima cálido cuyo desarrollo y fructificación se ve favorecido en ambientes con temperaturas medias anuales entre 24 y 28°C. Arriba de dicho rango la planta crece aceleradamente disminuyendo su potencial de rendimiento. La situación se agrava con temperaturas demasiado altas que causan la deshidratación y pérdida del líquido estigmático y perjudican la fecundación de las flores. Esta fruta soporta bastante bien los períodos secos aunque si son prolongados retrasan el desarrollo de la planta, llegando inclusive a causar defoliación severa. Las lluvias excesivas durante la floración disminuyen la fructificación por la escasa actividad de los insectos polinizadores y además porque los granos de polen también son afectados por la humedad. En general, se consideran ideales para el cultivo las zonas de épocas seca y húmeda alternadas, alta luminosidad y con precipitación anual entre 1500 y 2000 mm.

#### Edáficos

Es una especie moderadamente exigente en cuanto al tipo de suelo. Este debe ser razonablemente fértil, franco, profundo y bien drenado. Los suelos arcillosos y poco permeables dan lugar a encharcamientos que favorecen la presencia de la enfermedad conocida como "fusariosis" o pudrición seca del cuello de la raíz. Si hay la necesidad de sembrar en suelos arcillosos con topografía plana, se recomienda la construcción de drenes superficiales para reducir el riesgo de saturación. El cultivo se comporta mejor en suelos con pH ligeramente ácido presentando además alguna tolerancia a la salinidad.

#### Nutritivos

La demanda nutritiva del maracuyá aumenta sustancialmente después de 3 meses del trasplante al sitio definitivo. De allí en adelante es esencial procurarle un buen suministro de nutrientes para garantizar altos rendimientos. Hasta su primera producción, el cultivo emplea alrededor de 160 kg de N, 15 kg de P, 140 kg de K, 115 kg de Ca, 10 kg de Mg, 20 kg de S, 230 g de B, 150

g de Cu, 600 g de Fe, 220 g de Mn y 200 g de Zn/ha. De acuerdo a estas cifras se observa que los requerimientos nutritivos del maracuyá se presentan en el orden siguiente: N > K > Ca > S > Mg > P > Fe > B > Mn > Zn > Cu.

### RECOMENDACIONES DE FERTILIZACIÓN

#### Vivero

Para el llenado de las fundas se debe utilizar la mejor tierra disponible, recomendándose la tierra de huerta o "montaña" rica en materia orgánica. Antes de recolectar la tierra de vivero se elimina la hojarasca y otros residuos vegetales y se utiliza solo la tierra humifera. Se siembra de 4 a 6 semillas por funda a 5 cm de profundidad y al mes se ralea dejando solo las 2 plantitas más vigorosas. A partir de esta etapa se inicia la aplicación de un abono foliar con frecuencia quincenal. Para el efecto se disuelve 80 g del fertilizante foliar, si es de formulación sólida, u 80 cc si de formulación es líquida, en 200 litros de agua (la capacidad de una bomba de mochila).

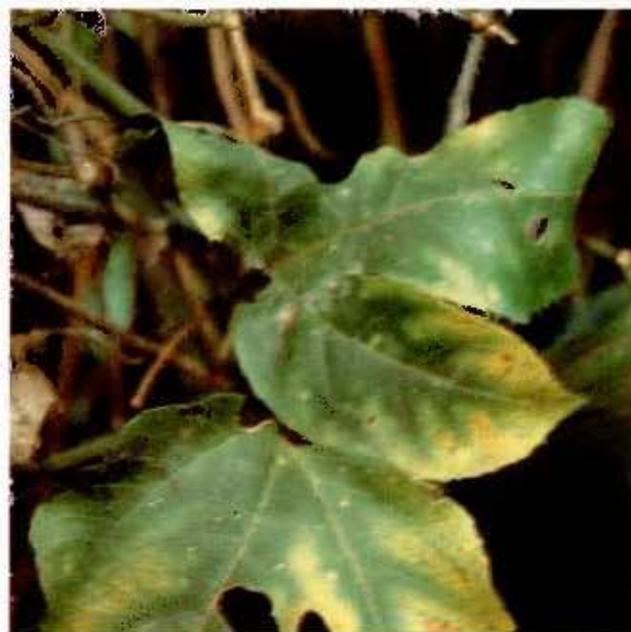


Foto 17. Hojas de maracuyá mostrando síntomas de deficiencia potásica.

El abono foliar puede mezclarse con fungicidas o insecticidas cuando sea necesario, cuidando de que los productos no se precipiten o formen grumos al realizar la mezcla. Si esto sucede significa que son incompatibles, es decir que no se pueden mezclar y por lo tanto hay que aplicarlos en forma independiente.

### Trasplante

El momento adecuado para el trasplante al sitio definitivo se presenta a los 2 meses después de la siembra de las semillas, es decir cuando las plántulas han desarrollado de 8 a 10 hojas verdaderas, o han alcanzado de 25 a 30 cm de altura. El hoyo del trasplante debe ser lo suficientemente amplio para acomodar la planta y ayudar a su mejor establecimiento. Se recomienda dimensiones de 30 x 30 x 30 cm (longitud x ancho x profundidad) para suelos francos y 40 x 40 x 40 cm si se trata de suelos arcillosos. La tierra del hoyo se amontona a un costado y se mezcla con 200 g de superfosfato triple u otro fertilizante con alto contenido de P. Si se puede se debe incorporar a la mezcla 3 a 5 kg de abono orgánico como por ejemplo composte, lombri-humus o gallinaza, lo que será de mucho beneficio para el cultivo. Se coloca primero una parte de la mezcla en el fondo del hoyo, luego la planta y se procede a rellenar con el resto de la tierra fertilizada. Se apisona ligeramente a medida que rellena para evitar la formación de bolsas de aire que llegan a interferir con el desarrollo radicular.

Transcurrido un mes del trasplante se debe aplicar 80 g de urea y 80 g de un fertilizante de fórmula completa por planta. Tres meses más tarde se repite la fertilización con 120 g de urea teniendo cuidado de que el suelo esté húmedo. Los fertilizantes se distribuyen en corona comenzando a unos 20 cm del pie de cada planta. Si se trasplanta en suelos de huertas viejas se aconseja utilizar solo un tercio o la mitad de las dosis antes señaladas, pues con seguridad el suelo presenta una alta capacidad abastecedora de nutrientes.

### Plantaciones establecidas

La fertilización para plantaciones establecidas se realiza tan pronto como comienza la época lluviosa. Se aplican 150 g de urea y 200 g de un fertilizante completo, preferiblemente 15-15-15 por planta. En abril se completa con otros 150 g de urea. El fertilizante se distribuye en corona comenzando a 30 cm del pie de cada planta y formando una banda de unos 50 cm de ancho. La distribución se puede hacer también a lo largo de las hileras del cultivo. En suelos que tengan contenidos medios o bajos de K es particularmente importante el abonamiento potásico. La deficiencia de K (Foto 17) reduce el contenido de los sólidos solubles y en general afecta la calidad comercial de los frutos ■

**N**ota: Las dosis de fertilización se han calculado considerando una población de 1150 plantas/ha.

## PALMA AFRICANA (*Elaeis guineensis* Jacq.)

### REQUERIMIENTOS

#### Climáticos

Por su crecimiento continuo, la palma africana o aceitera, necesita de condiciones climáticas relativamente constantes durante todo el año. La temperatura media anual óptima se halla entre 25 y 28°C aunque puede cultivarse hasta con temperaturas entre 22 y 33°C. La precipitación debe ser superior a los 2000 mm bien distribuidos durante el año. Los valores de humedad relativa más convenientes se sitúan arriba del 80%. Ambientes con niveles de heliofanía de 6 o más horas/día son ideales pues la luminosidad constituye un factor de gran influencia sobre el número de racimos y la cantidad de aceite producido.

#### Edáficos

La palma africana es un cultivo que crece en diversidad de suelos pero prefiere aquellos que son fértiles, francos, sueltos, profundos y con buena retención de humedad, lo que le permite soportar períodos de sequía no muy prolongados. La presencia de agua estancada o una capa freática demasiado superficial afecta el desarrollo y reduce el número de flores femeninas. El nivel freático debe estar por lo menos a 1 m de profundidad a fin de asegurar un volumen de suelo suficiente para el desarrollo radicular y no comprometer el éxito de la plantación. La palma africana tolera suelos ácidos aunque el pH óptimo para su desarrollo se encuentra alrededor de 6.0. Los suelos con reacción alcalina definitivamente no son aconsejables para el cultivo de la palma africana.

#### Nutritivos

La demanda nutritiva de la palma de aceite varía con la edad del cultivo. En general, es mínima durante el primer año del trasplante, luego la tasa de absorción aumenta gradualmente hasta hacerse constante después de 8 a 9 años. La demanda de K es una excepción ya que se estabiliza mucho antes, tal vez porque la velocidad de absorción en los primeros 3 o 4 años es superior a la de los otros nutrientes. El N y K son nutrientes requeridos en grandes cantidades por el tronco y racimos, siendo además el K el elemento de mayor importancia respecto

a la capacidad del cultivo para producir aceite. En promedio, la extracción nutritiva de una plantación joven está alrededor de 102 kg de N, 17 kg de P y 142 kg de K/ha/año. Aproximadamente la mitad de todo el N y P y un 60% del K absorbido anualmente por el cultivo se exporta con los racimos en la cosecha. Cabe anotar que la deficiencia de K es una condición bastante generalizada por la gran demanda potásica del cultivo, constituyéndose en uno de los factores responsables del desorden nutricional conocido como el amarillamiento de la palma (Foto 18). Las concentraciones foliares asociadas con plantas libres de amarillamiento y altas producciones son las siguientes: 2.51% de N, 0.15% de P, 1.00% de K, 0.6% de Ca y 0.24% de Mg.

### RECOMENDACIONES DE FERTILIZACIÓN

El suministro natural de nutrientes por parte de cualquier suelo dedicado a la explotación con palma africana es por lo general de capacidad limitada. Por tal razón, es un cultivo que requiere necesariamente de la fertilización adicional para lograr resultados económicos.



Foto 18. Trastorno nutricional conocido como amarillamiento de la palma africana atribuible a un complejo de factores, entre ellos la deficiencia de potasio.

A continuación se dan algunas indicaciones sobre el manejo de la fertilización en las diferentes etapas del desarrollo de la palma.

### Vivero

Se recomienda utilizar la mejor tierra disponible para el llenado de las fundas, preferiblemente tierra superficial de huerta o "montaña". Tal práctica asegura desde el inicio un adecuado suministro nutricional a las plántulas. En caso de utilizar tierra de menor fertilidad debe recurrirse a la fertilización que se inicia a los 3 meses después de la siembra, es decir cuando las semillas han agotado sus reservas nutritivas. Se empieza aplicando 25 g de un abono 15-15-15 y 15 g de sulfato de magnesio. Dichas cantidades se distribuyen en corona alrededor de cada plántula cerca de la pared de la funda. Transcurridos 6 meses de la siembra se aplican otros 75 g de 15-15-15 y 45 g de sulfato de magnesio. A los 9 meses se realiza una última fertilización con 150 g de 15-15-15 y 90 g de sulfato de magnesio. La fertilización al suelo puede combinarse con la fertilización foliar. Todo esto permite la obtención de plantas vigorosas al final de la etapa de vivero.

### Trasplante

En primer lugar es conveniente que el hoyo del trasplante sea lo suficientemente amplio para ayudar al mejor establecimiento de las plantas en el sitio definitivo. Se recomienda utilizar dimensiones de 50 x 50 x 50 cm (longitud x ancho x profundidad). La tierra del hoyo se amontaña a un costado y se mezcla completamente con 250 g de superfosfato triple. Parte de la mezcla se coloca en el fondo del hoyo, luego se coloca la planta y se termina

de rellenar apisonando ligeramente de cuando en cuando para no formar bolsas de aire que dificultan el desarrollo radicular. Transcurridos 3 meses del trasplante se aplican 500 g de urea en corona alrededor de cada planta. Si de acuerdo al análisis de suelo éste presenta contenidos medios o bajos de K y/o Mg, la fertilización se complementa con 300 g de muriato de potasio y/o 500 g de sulfato de magnesio.

### Fertilización para plantaciones de 2 a 3 años

Para esta fase del cultivo se incrementa en un 50% la dosis de urea utilizada en el año del trasplante. Si el suelo presenta contenidos medios o bajos de P, K y/o Mg se aplican 500 g de superfosfato triple, 500 g de muriato de potasio y/o 800 g de sulfato de magnesio. Por el contrario, si los contenidos son altos, no se aplican estos elementos o solo se utilizan pequeñas dosis con criterio de mantenimiento.

### Fertilización para plantación de 4 o más años

En esta etapa de la plantación se fertiliza con 1000 g de urea en corona a unos 2 o 3 m del pie de cada planta. Si el suelo presenta contenidos medios o bajos de P, K y/o Mg, se aplican también 500 g de superfosfato triple, 1000 g de muriato de potasio y/o 1000 g de sulfato de magnesio. Pero si los contenidos son altos su aplicación se reduce a dosis más bajas diseñadas con criterio de mantenimiento ■

**N**ota: Las dosis de fertilización han sido calculadas considerando una población de 150 plantas/ha.

## PAPAYA (*Carica papaya* L.)

### REQUERIMIENTOS

#### Climáticos

La papaya prospera en un rango de temperatura que oscila entre 21 y 33°C, aunque la media anual óptima se sitúa alrededor de los 25°C. Este cultivo satisface sus requerimientos hídricos con precipitaciones superiores a los 1500 mm bien distribuidos durante el año. En zonas con estaciones secas prolongadas se hace necesario la irrigación, necesitando de 100 a 150 mm de agua por mes. Su desarrollo es favorecido por valores de humedad relativa entre 70 y 85%. Requiere además de un alto índice de luminosidad. La ocurrencia de vientos muy fuertes influyen desfavorablemente sobre la producción. No es conveniente su explotación en zonas con altitudes superiores a los 1000 msnm.

#### Edáficos

Esta especie se desarrolla con éxito en suelos francos, bien drenados y preferiblemente ricos en materia orgánica. La permeabilidad del suelo es un factor que debe ser observado con detenimiento, ya que la planta no tolera excesos de humedad por más de 24 horas. El drenaje deficiente causa la pudrición de las raíces con el consiguiente deterioro de la plantación y pérdida de rendimiento. En zonas con precipitaciones muy altas es preferible sembrar en terrenos ligeramente inclinados pues presentan un mejor drenaje natural. El pH adecuado para el cultivo está entre 6 y 7 aunque es capaz de tolerar condiciones más ácidas.

#### Nutritivas

Una plantación de papaya, hasta cumplir 1 año de edad, utiliza alrededor de 110 kg de N, 10 kg de P, 104 kg de K, 41 kg de Ca, 17 kg de Mg, 12 kg de S, 122 g de B, 33 g de Cu, 379 g de Fe, 246 g de Mn y 131 g de Zn/ha. Como se observa la mayor demanda es de N y su deficiencia disminuye sensiblemente el rendimiento (Foto 19). Parte de los nutrientes absorbidos son utilizados en la formación de los frutos exportándose cerca de 2 kg de N, 0,24 kg de P y 2,1 kg de K con cada tonelada de frutos cosechados.

### RECOMENDACIONES DE FERTILIZACIÓN

#### Trasplante

El hoyo para el trasplante debe ser suficientemente amplio recomendándose dimensiones de 50 x 50 x 50 cm (longitud x ancho x profundidad). La tierra del hoyo se amontona a un costado y se mezcla con 100 g de un abono completo. Si se dispone de algún tipo de abono orgánico bien descompuesto debe incorporarse a la mezcla en una cantidad de 3 a 5 kg. Parte de la tierra abonada se coloca en el fondo del hoyo, después se ubica la planta y finalmente se rellena con el resto de la mezcla. Hay que tener la precaución de ir apisonando ligeramente a medida que rellena para evitar la formación de bolsas de aire que interfieren con el desarrollo radicular.



Foto 19. Plantación comercial de papaya con síntomas típicos de deficiencia de nitrógeno.

### Plantas en crecimiento

Al segundo y cuarto mes del trasplante se fertiliza con 150 g de la fórmula completa 12-24-12 o 10-30-10 y 150 g de urea por planta. Los fertilizantes se distribuyen en corona siguiendo la proyección del follaje de la planta.

### Plantación establecida y en producción

Cuando la plantación ha cumplido 1 año en el sitio definitivo, se abona con 300 g de 12-24-12 o 10-30-10 y 200 g de urea por planta. Unos 4 meses más tarde se

repite la fertilización solo con urea y en la misma dosis. Al cumplirse el segundo año se procede en la misma forma que el anterior. Los fertilizantes se aplican en corona a partir de 50 cm del pie de la planta y hasta la proyección externa del follaje. Es importante anotar que esta especie es bastante sensible a la deficiencia de B condición que reduce la fructificación y causa mal formación de los frutos. Si se presenta este problema se disuelven 500 g de borax en 200 litros de agua y aplican al follaje con frecuencia bimensual ■

**N**ota: Las dosis de fertilización se han calculado considerando una población de 1000 plantas/ha.

## PIÑA (*Ananas comosus* L.)

### REQUERIMIENTOS

#### Climáticos

La piña requiere de suficiente calor siendo un cultivo muy sensible a las bajas temperaturas. La temperatura media anual óptima se halla entre 22 y 27°C. Arriba de 27°C la planta transpira en exceso resultando difícil para su limitado sistema radicular satisfacer la demanda hídrica. Posee gran resistencia a la sequía y su relativo éxito en zonas con poca precipitación se debe a la disposición acanalada de las hojas. Tal característica permite que el rocío condensado y las lluvias, por pequeñas que sean, vayan a parar a la base de la planta y raíces con el consiguiente beneficio. El uso de "mulching" es un recurso particularmente ventajoso en áreas de baja precipitación porque ayuda a conservar la humedad. Sin embargo, para mejores resultados el cultivo necesita de 1300 a 1500 mm de lluvias bien distribuidos durante el año, aunque puede explotarse en zonas hasta con 2500 mm de precipitación. Rara vez se justifica la irrigación en piña. Su explotación en un ambiente con suficiente luminosidad definitivamente ejerce gran influencia sobre el rendimiento y la calidad del fruto. Si se buscan obtener frutos con pulpa coloreada y alto contenido de azúcares es imprescindible la siembra a baja altitud.

#### Edáficos

La planta presenta un sistema radicular bastante superficial y frágil, siendo tal vez por esa circunstancia un cultivo exigente en cuanto a fertilidad del suelo. Prefiere los suelos con buen contenido de materia orgánica, particularmente ricos en K, sueltos, permeables y francos. Es muy sensible al encharcamiento y en general al mal drenaje, razón por la cual no se recomienda sembrarlos en suelos arcillosos o con alto nivel freático. Aunque el pH óptimo se encuentra alrededor de 6.0, crece bastante bien en suelos con reacción más ácida. Su desempeño en suelos con pH alcalino es más problemático, pudiendo el cultivo mostrar diversos grados de clorosis, principalmente por deficiencia de Fe.

#### Nutritivos

El desarrollo vegetativo y crecimiento del fruto depende mucho de la cantidad de N a su disposición y su escasez da lugar a plantas atrofiadas y hojas de color amarillo pálido con márgenes rojizos. La demanda de P por el contrario es más bien modesta pero su absorción es muy intensa durante la etapa de diferenciación floral y fructificación. La adecuada concentración de K en la planta, a más de ejercer una influencia decisiva sobre el peso, tamaño y firmeza del fruto, estimula la acumulación de azúcares y acidez. El exceso de N modifica tales características reduciendo la calidad del fruto. Se conoce que la relación de utilización N, P y K en el orden presentado es de 1.0 : 0.4 : 3.7, de allí se deduce la importancia del buen aprovisionamiento potásico para el cultivo exitoso de la piña. Una buena cosecha, incluyendo todas las partes de la planta, utiliza alrededor de 115 kg de N, 42 kg de P y 471 kg de K/ha/año. El fruto contiene el 11, 18 y 8% de dichos totales respectivamente. Normalmente los altos rendimientos en este cultivo están asociados con concentraciones foliares de 1.3% de N, 0.12% de P, 2.3% de K, 0.7% de Ca y 0.41% de Mg.



Foto 20. Plantas de piña con desordenes nutricionales atribuidos principalmente a deficiencias de nitrógeno y fósforo.

## RECOMENDACIONES DE FERTILIZACIÓN

En suelos vírgenes se pueden lograr buenas cosechas sin fertilización. Sin embargo, la alta demanda nutritiva de la piña aumenta el riesgo de agotamiento si se siembra por repetidas veces en el mismo terreno, a menos que paralelamente se implemente un programa racional de abonamiento que evite la aparición de trastornos nutricionales limitantes del rendimiento (Foto 20). Los fertilizantes se pueden aplicar al suelo, a las axilas de las hojas y como soluciones al follaje.

De manera general se recomienda la fertilización con 120 kg de N/ha. Si los contenidos de P y/o K en el suelo son también insuficientes se aplica adicionalmente 60 kg de  $P_2O_5$  y 150 kg de  $K_2O$ . En caso de que el suelo presente en forma natural contenidos altos de K, puede justificarse la aplicación de unos 45 kg de  $K_2O$ /ha debido a la gran demanda potásica de la piña y por la necesidad que hay de reemplazar lo que se exporta con los frutos. Los nutrientes contenidos en las otras partes de la planta se reciclan repicándolos primero y luego incorporándolos en el suelo con un arado o rastra pesada a una profundidad de 25 o 30 cm.

La cuarta parte del N y K y todo el P recomendado se incorporan al suelo antes de la siembra. Esto se logra aplicando 4 a 5 sacos de un fertilizante con fórmula 12-24-12 o 10-30-10. También se pueden utilizar 3 sacos de fosfato diamónico más 1 saco de muriato de potasio para cumplir el mismo fin. El resto de N y K se aplica en forma fraccionada, a los 2, 4 y 6 meses después de la

siembra, utilizando urea y muriato de potasio. En caso de que el suelo no disponga de suficiente humedad se aconseja la aplicación en las axilas de las hojas más viejas. Es mejor utilizar para el efecto sulfato de amonio como fuente de N y sulfato de potasio como fuente de K. Se recomienda aplicar solo el equivalente a una cucharadita de la mezcla de ambos fertilizantes/planta, aproximadamente unos 6 g.

El uso de la fertilización foliar, principalmente nitrogenada, es una práctica bastante frecuente y eficiente en piña. Las hojas acanaladas de la planta facilitan la conducción de la mayor parte de la solución nutritiva directamente a la raíz, permitiendo el rápido aprovechamiento. Se recomienda la aplicación bimensual de soluciones nitrogenadas que se obtienen disolviendo 5 a 7 kg de urea en 200 litros de agua, teniendo cuidado de no utilizar dosis más altas que pueden causar fitotoxicidad.

El abonamiento orgánico es otra práctica beneficiosa para el cultivo. En las zonas donde se pueden conseguir materiales como la gallinaza, ésta se distribuye según disponibilidad entre las hileras gemelas cubriéndose posteriormente con la tierra del aporque.

En caso de usar acetileno u otro fitoregulador para estimular y uniformizar la floración, éstos deben aplicarse cuando hayan transcurrido 2 a 3 meses desde la última fertilización, no antes ■

**N**ota: Las dosis de fertilización han sido calculadas considerando una población de 35000 plantas/ha.

**PLATANO** (*Musa paradisiaca* L.)**REQUERIMIENTOS****Climáticos**

El plátano es originario de zonas con clima cálido-húmedo, pero dependiendo de la variedad, se cultiva a altitudes superiores a los 1000 msnm. Aunque se lo encuentra cultivado en un rango que va de 18 a 37°C, la temperatura óptima se halla alrededor de los 25°C. Es una especie bastante sensible tanto al déficit como al exceso de agua y prospera mejor con precipitaciones entre 1800 y 2500 mm anuales. El desarrollo del cultivo es favorecido por un alto índice de luminosidad constituyendo su ambiente ideal las zonas que reciban alrededor de 1500 horas-sol/año. Se recomienda sembrarlo donde no prevalezcan vientos superiores a los 50 km/h que pueden perjudicar seriamente a las plantaciones.

**Edáficos**

Los suelos fértiles (particularmente ricos en K), sueltos, profundos, permeables y con buena capacidad para retener humedad, constituyen el medio edáfico ideal para el plátano. El rango óptimo de pH está entre 6 y 7, pero tolera condiciones ligeramente más ácidas o alcalinas. No soporta los suelos susceptibles al encharcamiento ya que sus raíces requieren un ambiente con suficiente aereación, por tanto las plantas resultan más perjudicadas cuando sufren un período de inundación temporal que por una sequía. El nivel freático debe encontrarse por lo menos a 1.2 m de profundidad y el perfil del suelo no debe poseer capas endurecidas que disminuyan el volumen de exploración de las raíces.

**Nutritivos**

La absorción de K por el plátano representa aproximadamente el triple del requerimiento de N. De allí que la deficiencia potásica es un fenómeno bastante común (Foto 21). Ambos nutrientes son utilizados en gran cantidad en los meses previos a la floración, aunque después de la fructificación la demanda disminuye. La absorción de K es particularmente intensa en los 2 meses que preceden a la formación de los frutos. Por lo tanto un suministro nutritivo suficiente y oportuno para satisfacer las necesidades del cultivo en los períodos

críticos es fundamental. La cantidad de nutrientes exportados con cada tonelada de fruta cosechada se estima en 2 kg de N, 1 kg de P y 4 kg de K. Estas cifras confirman la alta necesidad potásica del plátano.

**RECOMENDACIONES DE FERTILIZACIÓN****Trasplante**

Para mejor resultado se aconseja que el hoyo de trasplante se haga lo suficientemente amplio. Se aconseja utilizar dimensiones de 40 x 40 x 40 cm (longitud x ancho x profundidad) si el suelo tiene condiciones físicas favorables y 50 x 50 x 50 cm si es algo duro y arcilloso. De la tierra amontada a un costado del hoyo se separa alrededor de la tercera parte y se mezcla con 150 g de un fertilizante de fórmula completa con alto contenido de P. Si se dispone de algún tipo de abono orgánico bien descompuesto se incluye también en la mezcla en cantidad de 3 a 5 kg por sitio. La tierra fertilizada se coloca en el fondo del hoyo, a continuación se coloca la cepa y luego se continúa rellenando. Al colocar la cepa



Foto 21. Hojas de plátano mostrando síntomas agudos de deficiencia de potasio.

asegúrese de que el corte del pseudotallo quede a unos 5 o máximo 10 cm bajo la superficie del suelo. A medida que se rellena se debe apisonar ligeramente para evitar la formación de cámaras de aire que interfieran con el normal desarrollo radicular.

### Plantas en crecimiento

Después que han transcurrido 3 meses del trasplante se aplican 100 g de urea. Si el suelo presenta contenidos medios o bajos de P y/o K se abona también con 60 g de superfosfato triple y 150 g de muriato de potasio/planta. Dos meses más tarde se aplican otros 100 g de urea y 150 g de muriato de potasio. Es importante señalar que aún cuando el suelo presente contenidos altos en K, se debe todavía fertilizar con la mitad de la dosis señalada debido a la alta demanda potásica del plátano. Los fertilizantes se distribuyen en bandas de aproximadamente 0.5 m alrededor de cada planta comenzando cerca del pie de la misma pero sin tocar el pseudotallo. En terrenos inclinados aplique el fertilizante en media luna ladera arriba.

### Cultivo establecido

No se deben fertilizar las plantas con racimos sino los hijuelos en crecimiento. La fertilización se realiza después del deshije, en hijuelos de 3 a 5 meses de edad. Al comenzar el invierno se aplican 150 g de urea. Si el suelo presenta contenidos medios o bajos de P y/o K se abona también con 100 g de superfosfato triple y/o 200 g de muriato de potasio. Dos meses más tarde se aplican otros 150 g de urea y 200 g de muriato de potasio respectivamente. En caso de que el contenido de K sea naturalmente alto, se abona solamente con un tercio o la mitad de la dosis potásica antes señalada. Los fertilizantes se aplican en la zona de máxima absorción comenzando desde la base del hijo seleccionado hasta 1 m hacia afuera en semicírculo. Para el aprovechamiento eficiente de los fertilizantes se recomienda realizar deshijos frecuentes ■

**N**ota: Las dosis de fertilización han sido calculadas considerando una población de 1000 plantas/ha.

## SORGO (*Sorghum bicolor* L.)

### REQUERIMIENTOS

#### Climáticos

El sorgo es un cultivo de clima cálido que prospera bien con una temperatura media entre 21 y 32°C. Presenta mejor aptitud que muchos otros cultivos para soportar los períodos de sequía, particularmente en las primeras fases de su desarrollo. Su requerimiento hídrico es relativamente bajo estimándose en unos 500 mm por ciclo. Por esta razón se adapta bien a zonas o estaciones con limitada precipitación que constituyen un riesgo para otros cultivos como el maíz. La mayor eficiencia hídrica del sorgo se debe a su sistema radicular bien desarrollado con abundantes raicillas secundarias. Requiere un alto índice de luminosidad considerándose ideal una heliofanía de 1200 horas/año.

#### Edáficos

Es un cultivo que crece bien en una amplia variedad de suelos. Sin embargo, su mejor desarrollo y rendimiento se obtiene en suelos fértiles, francos a franco-arcillosos profundos y con buena capacidad de retención de humedad. Esta última característica es tanto más importante mientras más seca es la zona donde se cultiva. Aunque el sorgo es bastante resistente a la sequía también es bastante sensible al mal drenaje, pero lo resiste mejor que el maíz. Se adapta a un amplio rango de valores de pH mostrando tolerancia a la salinidad, condición que prevalece con frecuencia en zonas de poca precipitación.

#### Nutritivos

La planta de sorgo debe estar bien nutrida al llegar a la etapa reproductiva. De otro modo, la intensa translocación nutritiva que ocurre durante la fase de

llenado del grano ocasiona diferentes grados de clorosis en las hojas y provoca senescencia prematura. Un cultivo con un rendimiento de 8 t/ha utiliza a lo largo de su ciclo unos 200 kg de N, 15 kg de P y 70 kg de K. La mayor parte del N y P así como una pequeña parte del K absorbido por la planta es usado en la formación del grano y exportado con la cosecha.

### RECOMENDACIONES DE FERTILIZACIÓN

Al sorgo se le atribuye la condición de ser un cultivo bastante agotador del suelo. Por lo tanto un programa de fertilización apropiado constituye un paso necesario para evitar el deterioro de la fertilidad del suelo y la base para lograr buenos rendimientos.

En zonas como las de Quevedo, el sorgo se cultiva en la época seca para aprovechar la humedad almacenada en el suelo al final del período de lluvias. En este caso se recomienda aplicar 2 sacos de urea/ha ya sea al voleo con posterior incorporación antes de la siembra mediante un pase de rastra, o aplicándolo en bandas con la sembradora-abonadora. El resto del N se aplica 15 a 20 días más tarde. Es básico mantener una buena disponibilidad de N desde el inicio del cultivo para aumentar el aprovechamiento de la humedad residual. Sin embargo, se estimulan también el crecimiento de las malezas por lo que es necesario un buen control para evitar la competencia por nutrientes y humedad.

Si el suelo presenta contenidos medios o bajos de P y/o K, se justifica la incorporación a la siembra de 4 sacos de un fertilizante de fórmula completa. Debe tomarse en cuenta que con el fertilizante completo a más del P y K se estará adicionando también N, por lo tanto lo que falte de la dosis recomendada se deberá aplicar más tarde como urea ■

## SOYA (*Glycine max* L (Merrill))

### REQUERIMIENTOS

#### Climáticos

El mejor rango de temperatura para el desarrollo de la soya oscila entre 22 y 25°C. Aunque el requerimiento hídrico es de 500 a 600 mm, soporta bien el exceso de lluvias siempre que el suelo no sea susceptible al encharcamiento. La combinación de alta temperatura y poca humedad es desfavorable para el cultivo a pesar de que presenta cierta resistencia a la sequía. Las etapas de floración y fructificación son las más afectadas por el déficit hídrico. Las producciones máximas en soya dependen también en gran parte de un buen índice de luminosidad.

#### Edáficos

La soya es un cultivo que prospera en casi todos los suelos, excepto en los muy arenosos o arcillosos. La productividad más alta se alcanza en aquéllos que son fértiles, francos, bien drenados y con un pH entre 6.0 a 6.5. Este cultivo tiene menor sensibilidad a cierto grado de acidez en el suelo que otras leguminosas.

#### Nutritivos

La demanda nutritiva de la soya es relativamente pequeña en las fases iniciales del cultivo, incrementándose en forma notable a partir de los 30 días de la siembra. Un cultivo de soya con un rendimiento de 3 toneladas utiliza aproximadamente 205 kg de N, 25 kg de P y 115 kg de K/ha. Se observa que la demanda nitrogenada es alta pero la mayor parte es satisfecha mediante la fijación simbiótica del N atmosférico. Los granos de soya a la madurez han almacenado el 75% del N y P, y el 60% del K tomado por la planta durante el ciclo. Concentraciones foliares de 5.5% de N, 0.45% de P, 2.3% de K, 1.2% de Ca, 0.70% de Mg, 0.45% de S, 40 ppm de B, 180 ppm de Fe, 65 ppm de Mn, 25 ppm de Cu y 46 ppm de Zn se asocian con rendimientos máximos en este cultivo.

### RECOMENDACIONES DE FERTILIZACIÓN

Es importante señalar que la soya, en su calidad de planta leguminosa, no requiere de fertilización nitrogenada, siempre que en el suelo esté presente la bacteria Rhizobium japonicum. Dicho organismo se asocia con las raíces del cultivo y da lugar a una relación simbiótica cuyo resultado es la fijación y utilización de N atmosférico en beneficio de la soya. Cuando la bacteria no está presente en el suelo hay necesidad de realizar la inoculación como se describe a continuación.

#### Inoculación

La bacteria Rhizobium japonicum se encuentra ausente en terrenos nuevos recién desbrozados o en sitios donde nunca antes se ha sembrado soya. En tales casos se incorpora al suelo mediante la inoculación de la semilla. Para esto se mezcla la semilla con inoculantes comerciales que tienen la apariencia de un polvo negruzco y que contienen la bacteria necesaria para la fijación de N. Se recomienda mezclar 1 lb del inoculante con la cantidad de semilla necesaria para sembrar una hectárea. Si anteriormente ya se sembró semilla inoculada, pero se quiere asegurar la presencia de la bacteria en el suelo, se utiliza solo 0.5 lb del inoculante. En caso de que las condiciones de siembra sean adversas (alta temperatura, poca humedad del suelo) se sugiere duplicar la dosis indicada. Aunque la mezcla se puede hacer en seco, es conveniente que la semilla se humedezca ligeramente con una solución azucarada, antes del espolvoreo del inoculante. La solución azucarada se obtiene disolviendo de 6 a 8 onzas de azúcar en 1 litro de agua, lo cual proporciona suficiente solución para humedecer la semilla requerida en una hectárea.

#### Fertilización a base de N

Transcurridos 20 días de la siembra se procede a muestrear al azar 20 o 30 plantas/ha y se examinan las raíces para verificar la presencia de nódulos. Si en promedio se observan 5 o más nódulos por planta y éstos son rosados en su interior, el proceso de nodulación está funcionando y la planta no tendrá problemas para satisfacer sus requerimientos de N. Por el contrario, si no hay nódulos o éstos son escasos se recomienda la

aplicación de 4 sacos de urea/ha al volco, al inicio de la floración, es decir alrededor de los 35 días después de la siembra. De otro modo el rendimiento se verá seriamente disminuido por aguda deficiencia de N (Foto 22).

### Fertilización fósforica y potásica

La escasez de P es un problema frecuente en algunas áreas soyeras de la Cuenca del Guayas, causando un crecimiento lento e insuficiente llenado de las vainas. Si el suelo presenta niveles bajos de P se recomienda la aplicación de 4 sacos de superfosfato triple/ha o su equivalente en otro fertilizante fosfórico. La falta de K es poco frecuente pero se sugiere aplicar como mantenimiento el equivalente a 1 saco de muriato de potasio/ha. Ambos fertilizantes se distribuyen al volco y se incorporan en la capa arable con el último pase de rastra.

### Fertilización residual

La soya sembrada en rotación se beneficia claramente del efecto residual (Foto 23) de los fertilizantes fosfóricos aplicados en suelos deficientes en P en los cultivos de invierno, sean estos maíz o arroz. Dicha residualidad se aprovecha aplicando de 4 a 5 sacos de superfosfato triple

antes de la siembra de dichos cultivos, eliminando de este modo la fertilización directa con P en el ciclo de soya. Es necesario señalar que en suelos bajos en P debe mantenerse un programa constante de fertilización, año tras año, a fin de aumentar gradualmente concentración de P. Los cambios se monitorean mediante el análisis de suelos realizado por lo menos cada 2 años.

### Fertilización foliar

La fertilización foliar proporciona buenos resultados si el cultivo se maneja en forma intensiva y sin limitaciones serias de los factores de producción. En el mercado local siempre hay disponibilidad de fertilizantes foliares que contienen pequeñas cantidades de los nutrientes que el cultivo necesita y pueden usarse según las recomendaciones que sugiere cada fabricante. Por lo general, las dosis oscilan de 1 a 2 litros o kg/ha. También se pueden preparar soluciones de urea para ser utilizadas como fertilizantes foliares. Con este fin se disuelven 2.5 kg de urea en 100 litro de agua. En cualquier caso las aplicaciones (con bomba neblinadora) se realizan por 3 ocasiones con frecuencia semanal, durante la fase de llenado de las vainas. De esta manera se logra aumentar el peso y tamaño de los granos, lo que representa incrementos de hasta 15% en el rendimiento ■



Foto 22. Aguda deficiencia de nitrógeno en soya sembrada por primera vez en un suelo donde no existe la bacteria *Rhizobium japonicum*.



Foto 23. Respuesta de la soya al fósforo residual proveniente de la fertilización en un cultivo precedente de arroz.

## TOMATE (*Lycopersicum esculentum* M.)

### REQUERIMIENTOS

#### Climáticos

El tomate prospera bien en un clima cálido y soleado. La temperatura óptima media mensual para su desarrollo se encuentra entre 20 y 28°C. Arriba de los 28°C el crecimiento se retarda, los frutos no cuajan bien y al desarrollarse se tornan amarillentos. Las mejores condiciones para el cultivo se presentan en la época seca, de allí que tiene éxito en zonas áridas y semiáridas provistas de riego. Este cultivo presenta una elevada demanda hídrica que se refleja en un uso consuntivo de hasta 6 mm/día en plantas adultas, recomendándose regar con una lámina de agua equivalente a 160 mm/mes. Las lluvias y los vientos fuertes provocan la caída de las flores y afectan negativamente el cuajamiento de los frutos. Ambientes con alta humedad relativa (75%) estimulan la presencia de una serie de patógenos por lo cual áreas con esta condición no son aptas para el cultivo. Para su mejor desempeño requiere de un alto índice de luminosidad.

#### Edáficos

El tomate se puede cultivar en diversidad de suelos pero prefiere aquellos que son fértiles, sueltos, profundos bien drenados y con alta capacidad para almacenar agua disponible. El nivel freático debe encontrarse a una profundidad superior a 80 cm, pues las raíces del tomate pueden eventualmente profundizar a más de 1 m si no hay barreras para su penetración. Con un manejo adecuado, el cultivo se explota económicamente en suelos que van desde franco-arenosos hasta arcillosos. Mientras más ligera es la textura, los riegos deben ser más cortos y frecuentes. Es necesario recordar que los períodos largos sin riego inducen la pudrición apical del fruto, un trastorno fisiológico que se produce debido a la falta de movilidad del Ca y que se agrava cuando la relación Ca/Mg en el suelo es menor de 2. El rango de pH más adecuado oscila de 5.8 a 6.8. Aunque entre las solanáceas es el cultivo que más tolera la salinidad, no se recomienda sembrarlo en suelos muy alcalinos.

#### Nutritivos

El cultivo del tomate presenta una elevada demanda nutritiva. La escasez de N produce plantas pequeñas,

delgadas y con hojas que desarrollan un color verde pálido a verde amarillento, mientras que las nervaduras tienden a adquirir una tonalidad morada particularmente en el envez. Al contrario, el exceso de N provoca un crecimiento muy exuberante perjudicando la floración. La falta de P produce hojas de color verde opaco, los folíolos tienden a curvarse hacia abajo exhibiendo también una tonalidad púrpura en el envez. Cuando hay deficiencia de K las hojas se ponen igualmente cloróticas curvándose ligeramente hacia el haz. La falta de K causa además maduración desuniforme y los frutos son descoloridos en su interior, aumentando significativamente su perecibilidad. Una cosecha de 40 t/ha, considerada bastante alta, demanda la utilización de unos 110 kg de N, 12 kg de P y 125 kg de K.

### RECOMENDACIONES DE FERTILIZACIÓN

El tomate responde en forma económica a una fertilización balanceada que busque incrementar tanto el volumen como la calidad de los frutos.

A continuación se describen las recomendaciones de fertilización para un suelo de fertilidad moderada. Estas recomendaciones se deben ajustar según el análisis químico y condiciones específicas de cada suelo.

Incorporar en los surcos, antes o inmediatamente después del trasplante, 6 sacos del abono completo 10-30-10 o 12-24-12/ha, es decir alrededor de 35 g/metro lineal. El surco debe tener unos 15 cm de profundidad y estar ubicado lateralmente a 15 o 20 cm de la hilera del trasplante. También se puede colocar el fertilizante en el fondo del surco de trasplante cubriendo con 5 a 7 cm de tierra como margen de seguridad para evitar fitotoxicidad al cultivo. Cuando se trata de pocas plantas en vez de incorporar el fertilizante se puede aplicar después del trasplante 1 litro de una solución fertilizante/planta. Esta solución se obtiene disolviendo 2 kg de 10-30-10 o 12-24-12 en 50 galones de agua.

Al mes después del trasplante o cuando la floración se ha iniciado, aplicar 2 a 3 sacos de urea/ha en bandas laterales a lo largo de cada hilera. Hay que tener siempre la precaución de que el fertilizante sea colocado en suelo húmedo sin tocar el tallo de las plantas.

Unos 20 días más tarde o cuando hayan fructificado los 2 a 3 primeros racimos florales, completar la fertilización con otros 2 sacos de urea/ha, distribuidos éstos de igual forma que en la primera aplicación.

En caso de presentarse síntomas de pudrición de la base del fruto, asperjar las plantas (buscando cubrir los frutos) con una solución de cloruro de calcio ( $\text{Cl}_2\text{Ca}$ ) al

0.5%. Tal solución se obtiene disolviendo 1 kg de cloruro de calcio en 200 litros de agua.

El empleo de la fertilización foliar es un medio para contrarrestar deficiencias nutritivas leves en tomate, particularmente de micronutrientes ■

**N**ota: Las dosis de fertilización han sido calculadas considerando una población de 25000 plantas/ha.

**YUCA (*Manihot esculenta* C.)****REQUERIMIENTOS****Climáticos**

La yuca presenta gran capacidad de adaptación climática, pero el mejor ambiente para su desarrollo es el trópico medianamente húmedo y cálido. La temperatura óptima se encuentra alrededor de los 24°C, con una media mínima de 20 y máxima de 31°C. Tiene amplia tolerancia a regímenes variables de precipitación, que pueden ir de 500 a 3000 mm. En el límite inferior se cultiva mayormente a nivel de subsistencia. Es una especie resistente a la sequía y por lo tanto bien adaptada a zonas con mucha incertidumbre en cuanto a la distribución de las lluvias. Al sobrevenir un período de sequía, la planta se protege disminuyendo su crecimiento hasta quedar casi en estado de dormancia. Una vez que existe nuevamente humedad el crecimiento se reinicia valiéndose de las reservas alimenticias almacenadas en sus tallos y raíces, no obstante si la falta de agua es muy prolongada el cultivo fracasa. El nivel de precipitación ideal para obtener altos rendimientos varía de 1300 a 1500 mm, con un período seco de 2 a 3 meses.

**Edáficos**

A diferencia de otros cultivos, la yuca se adapta bastante bien a suelos de baja fertilidad, tal vez porque en los suelos pobres el mayor porcentaje de materia seca producida por la planta se acumula en las raíces. Sin embargo, son los suelos fértiles, profundos y con suficiente humedad los que permiten los rendimientos máximos. Considerando que la yuca es un cultivo de raíces, el mejor comportamiento se consigue en suelos sueltos con texturas intermedias que permitan la expansión de los tubérculos y faciliten la cosecha. No tolera el mal drenaje y por tal razón los suelos muy arcillosos aumentan el riesgo de pudrición de tubérculos por exceso de humedad. Además la expansión de las raíces se dificulta y finalmente la cosecha demanda más trabajo. El rango de pH más conveniente varía entre 5.5 y 6.5 aunque tolera condiciones más ácidas e inclusive altos porcentajes de saturación de aluminio. Por el contrario, es un cultivo muy sensible a la salinidad.

**Nutritivos**

Se considera a la yuca como una especie agotadora por encontrarse con frecuencia creciendo en suelos de poca fertilidad. Tal opinión hasta cierto punto es infundada porque su demanda nutritiva, con excepción del K, no es mayor que la correspondiente a otros cultivos. En efecto, este cultivo requiere mucho menos N y P de lo que necesitan por ejemplo cultivos como el maíz y arroz. Las deficiencias de elementos mayores no siempre resultan en síntomas notoriamente visibles, manifestándose principalmente por la reducción del crecimiento y baja producción. No obstante la clorosis por escasez de N puede ser común, principalmente en estados avanzados (Foto 24). La yuca es muy sensitiva a la sobrefertilización, principalmente nitrogenada, pues un exceso de N estimula el crecimiento de la parte aérea de la planta en perjuicio de la producción de tubérculos. Los requerimientos de K son altos y su escasez disminuye la acumulación de almidón en las raíces, aumentando paralelamente la concentración de ácido cianhídrico, compuesto que le confiere un sabor amargo a los tubérculos. Una cosecha de 25 t/ha demanda la absorción de 122 kg de N, 27 kg de P, 145 kg de K, 45 kg

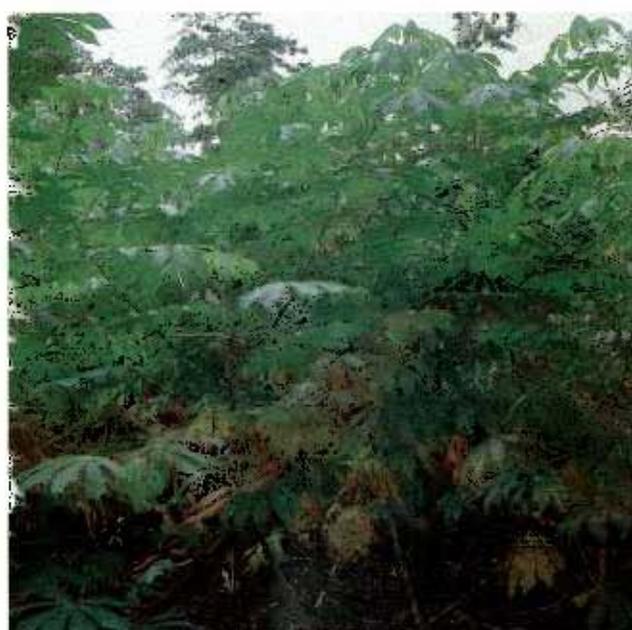


Foto 24. Plantas de yuca mostrando el amarillamiento de las hojas "bajas" típica de la deficiencia de N.

de Ca y 20 kg de Mg. De dichas cantidades, alrededor del 45% de N y P y el 70% de K se exportan con los tubérculos. Es decir que en promedio la cosecha de cada tonelada de raíces significará la pérdida de aproximadamente 2.0 kg de N, 0.5 kg de P y 4.0 kg de K. De manera general las hojas jóvenes de plantas que dan buena producción presentan concentraciones foliares de 5.5% de N, 0.4% de P y 1.5% de K.

## RECOMENDACIONES DE FERTILIZACION

La yuca es un cultivo capaz de producir rendimientos modestos en suelos de poca fertilidad y sin el empleo de fertilizantes. Sin embargo, bajo tales condiciones no es

posible explotar el potencial de rendimiento de las variedades mejoradas. El aumento de los promedios de rendimiento requiere necesariamente del empleo de fertilizantes, al menos en dosis moderadas.

Si el suelo presenta contenidos medios o bajos de P y/o K se recomienda la aplicación de 3 a 4 sacos de superfosfato triple (o sulfato diamónico) y/o 4 a 5 sacos de muriato de potasio a la siembra. El abono se coloca en el fondo del surco u hoyo de siembra, a distancia suficiente de las estacas (unos 10 cm) para evitar daños que puedan reducir la población. A partir de los 2 meses comienza la acumulación de reservas en los tubérculos, siendo este el momento oportuno para la fertilización a base de N. Se aplican 3 sacos de urea/ha en banda superficial a lo largo de cada hilera (20-30 cm de distancia) o alrededor de las plantas ■

**APENDICE**

Cuadro 1. Guía para la interpretación del análisis de suelos\* utilizada por los Laboratorios del INIAP (Adaptado de Padilla, 1979).

Nutrientes	Indice		
	Bajo	Medio	Alto
N (ppm)	1 - 30	31 - 60	60
P "	1 - 8	9 - 14	14
Zn "	3	4 - 7	7
Cu "	1	2 - 4	4
Fe "	20	21 - 40	40
Mn "	5	6 - 15	15
K meq/100 cc	0.19	0.20 - 0.38	0.38
Ca "	0.20	0.21 - 0.70	0.70
Mg "	0.33	0.34 - 0.66	0.66

\* Método de Olsen modificado ( $\text{NaHCO}_3$ )

Cuadro 2. Concentración nutritiva de los fertilizantes comerciales más comunes en el país (Adaptado de Padilla, 1979).

Fuente	%						
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	S	CaO	MgO	B
Urea	46						
Sulfato de Amonio	20			24			
Superfosfato triple		46			13		
Superfosfato simple		20		14	20		
Muriato de potasio			60				
Fosfato diamónico	18	46					
Sulfato de potasio			50	18			
Sulfato de magnesio				13			
Sulpomag			22	22		11	
10-30-10	10	30	10				
12-24-12	12	24	12				
15-15-15	15	15	15				
8-20-20	8	20	20				
Bórax							11
Solubor							20

Cuadro 3. Concentración aproximada de N, P y K de algunos abonos orgánicos de origen animal.

Tipo de estiércol	%		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Aviar	1.0	0.8	0.4
Caballar	0.7	0.2	0.5
Vacuno	0.5	0.2	0.4
Porcino	0.5	0.3	0.4

### Cálculos con fertilizantes

Aunque los cálculos con fertilizantes son directos siempre se requiere de alguna práctica para familiarizarse con ellos. A continuación se describe un ejemplo de una de las situaciones más comunes.

#### Ejemplo:

Para un cafetal a plena exposición solar y en su segundo año de establecimiento en el campo se recomienda el siguiente plan de fertilización:

Mes de aplicación	Kg / ha		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Diciembre/90	40	50	0
Abril/91	60	0	0

En el mercado local solo se consiguen las siguientes fórmulas fertilizantes: 18-46-0, 12-24-12, 15-15-15, 46-0-0 y 0-0-60. ¿Qué fertilizante es el más apropiado para satisfacer la recomendación indicada? ¿Cuanto fertilizante se necesita?

#### Solución:

Para resolver éste problema se considera primero la recomendación correspondiente al mes de diciembre. Se procede a seleccionar la fórmula fertilizante cuya relación nutritiva (N : P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : K<sub>2</sub>O) se acerque más a la de la

recomendación (1 : 1.25 : 0). Es claro que las fórmulas 12-24-12, 15-15-15, 45-0-0 y 0-0-60 no cumplen esa condición. Solo queda el 18-46-0 con la relación 1:2.5:0 que si bien es alta en P, en cambio es la que más se aproxima a la recomendación.

Para conocer cuanto de 18-46-0 se requiere para proporcionar 50 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, se divide 50 para 0.46 (46%) obteniéndose 108.7 kg. Luego se determina cuanto N aportan los 108,7 kg de 18-46-0. Para el efecto se multiplica dicha cantidad por 0.18 (18%) lo que es igual a 19.56 kg.

De la recomendación de 50 kg de N se restan los 19.56 kg que aporta el 18-46-0, encontrándose que aún faltará por aplicar 20.44 kg de N. Esta cantidad se completa con urea (46-0-0). Para averiguar cuanta urea aplicar se divide 20.44 para 0.46 (46%), lo cual da como resultado 44.4 kg que es la cantidad requerida. En conclusión, la recomendación para el mes de diciembre se satisface aceptablemente con la aplicación de dos sacos de 18-46-0 y un saco de urea.

Los 60 kg de N correspondientes al mes de abril se aplican usando directamente urea. La cantidad se determina dividiendo 60 para 0.46 (46%) obteniéndose 130.4 kg, equivalentes a algo menos de tres sacos de urea por hectárea.

**N**ota: No siempre se puede seguir exactamente una recomendación. Sin embargo, si las cantidades aplicadas no difieren (en exceso o en defecto) en más del 20% de las recomendadas, éstas se consideran aceptables.

**BIBLIOGRAFIA**

- ALCIVAR, G., S de. 1988. Fertilización: conceptos básicos y aplicados. *In* Memorias del Curso: tecnología del cultivo del banano. Junio 7-10. prov. del Guayas, Ecuador. Est. Exp. Boliche, INIAP. p. 82-95.
- ALVAREZ, G.L. 1966. El cultivo del mamonero. Asunción, Paraguay. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Boletín # 203. 8 p.
- ALVAREZ, R. 1989. El estado de tecnificación de las bananeras del Ecuador en 1989. Guayaquil, Ecuador. FUNDAGRO. p. 9,19,27.
- AMORES, F. 1985. Recomendaciones prácticas para la fertilización del maíz en el litoral. Estación Experimental Tropical Pichilingue, INIAP. Quevedo-Ecuador. 11 p. (mimeografiado).
- , MITE, F and DIBB, D. 1986. In Ecuador-Research demonstrates PK needs in corn-soybean rotation system. Better Crops International. Atlanta, USA. Volumen 2:2. pag. 3-5.
- , 1987. Positive interaction of fertilization an early planting increases corn yield. Better Crops international. Atlanta, USA. Volumen 3:2. p. 10-11.
- y MITE, F. 1988. Aspectos relacionados con la fertilización del cultivo de maíz en el litoral. Quevedo-Ecuador. INIAP. Estación Experimental Tropical Pichilingue. Comunicacion Técnica # 16. 15 p.
- and MITE, F. 1988. Soybean response to residual P. Better Crops international. Atlanta, USA. Volumen 4:1. p. 6-8.
- , 1992. Obtenga más rendimientos fertilizando su café. Quito, Ecuador. Estación Experimental Tropical Pichilingue, INIAP. Boletín Divulgativo (en prensa).
- , 1992. Inoculación y fertilización del cultivo de soya. Quito, Ecuador, Estación Experimental Tropical Pichilingue, INIAP. Boletín Divulgativo (sin publicar).
- , 1992. Resumen de las investigaciones sobre nutrición y fertilización del café en el Ecuador. *In* Seminario Taller Internacional sobre suelos, fertilización y nutrición del cultivo del café. (1991, Quevedo, Ecuador). 1992. (Memorias). Quito, Ecuador, INIAP/FUNDAGRO/ INPOFOS/ GTZ. p. 84-87.
- ANDERSON, D. y BOWEN, J. 1990. Sugarcane nutrition. Potash and Phosphate Institute. Atlanta Georgia U.S.A.
- AÑES, R.B. y TAVIRA, E. 1988. Dosis y épocas de aplicación de N en tomate. Fac. de Agronomía. Univ. de Zulia. 7(1):20-25.
- ARRAUDEAU, M. 1967. *In*: Proc. Ist. International Symposium on tropical Root Crops. (Trinidad). 1(3), 180.
- ARMAS, H.I. 1980. El cultivo del banano. Guayaquil, Ecuador. Programa Nacional del Banano. p. 32-41.67
- ASO, P, BOGGIATO, A.J. y PLOPER, J. 1966. Experiencias de fertilización en tomate. revista industrial y agrícola de Tucumán (Argentina). 44(1):61-79.
- CASSERES, E. 1966. Producción de hortalizas. Lima, Perú, IICA. p. 26-50, 236-237.
- CAMPOS, H.R. de CAMARGO, L de., TOLEDO P.O. 1963. Adubacao do tomateiro, ensaios con diversos adubos nitrogenados. Bragantia (Brasil). 22(61):759-764.
- CAVARD, O.F. 1982. El cultivo de piña. *In* Fruticultura Tropical. Federación de cafetaleros de Colombia. 2da. ed. 1988. Bogotá, Colombia. p. 285-89.
- CHAN, Y.K. and RAVEENDRANATHAN, P. 1984. Differential sensitivity of papaya varieties in expression of Boron deficiency symptoms. Mardi. Res. Bull. 12(3):281-86.
- CHAPMAN, H. 1968. El buen manejo de suelos para los cítricos. La Habana, Cuba, Centro de

- información científica y técnica de la Univ. de la Habana. Actualidades Técnico científicas # 2. 32 p.
- CENICAFE. s.f. Cultive bien el plátano. Boletín de extensión # 49. Bogotá, Colombia, p. 19-20.
- COCK, J.H. 1985. Cassava. New Potential for a neglected crop. Boulder, Westview Press. p. 58-71.
- CORRADO, F. 1990. La nutrición y fertilización de la palma africana en América Latina. El palmicultor (Ecuador) # 2: 2-13.
- CORREA, C.J. 1985. Frutales. Medellín, Colombia. Secretaría de Agricultura. Tomo 1. 122 p.
- CUNHA, R.J.P. 1980. In Simposio sobre a cultura do mamoeiro. Jaboticabal 1980. Anais. Jaboticabal, FCAV. p. 121-26.
- DUCREUX, A. 1980. Algunos problemas de trabajo del suelo en plantaciones de piña en Las Martinicas. Fruits (Francia). 35(10):595-604.
- ENRIQUEZ, G.A. 1985. Curso sobre el cultivo del cacao. Turrialba, Costa Rica, CATIE. p. 61-85.
- FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS. 1989. El cultivo del mango. Manizales, Colombia. 22 p.
- FONSECA, R., MAESTREY, A. y CARDOZO, H. 1988. Fraccionamiento y época de aplicación del nitrógeno en el cultivo del tomate. Ciencia y Técnica de la Agricultura. Cuba. 11(3):35-40.
- GARCIA, M y TRETO, E. 1980. La fertilización fosfórica y su efecto residual en el cultivo de la piña, variedad española roja. Cultivos tropicales (Cuba). 10(4):74-80.
- GOMEZ, A.F. 1975. Caña de azúcar. Caracas, Venezuela. Talleres Cromatip. pp. 309-338; 277-288.
- GUEDES DE CARVALHO, J. y BUENO DE PAULA, M. 1986. Exigencias nutricionales e adubacao de mamoeiro. In Informe Agropecuario. Mameo. Ano 12. No. 134. Belo Horizonte, Minas Gerais. p. 32-36.
- HANWAY, J.J. and THOMPSON, H.E. 1971. How a soybean plant develops. Ames, Iowa State University. Special Report # 53. p. 15-17.
- HARKNESS, R.K. 1967. Papaya growing in Florida, Univ. of Florida. Circular S-180. 15 p.
- HARTLEY, C.W.S. 1986. La palma de aceite. Trad. por E. Maldonado y F. Maldonado. México. Compañía Editorial Continental, S.A. p. 603-707.
- HINSON, K and HARWIN, E. 1977. Soybean production in the tropics. FAO. Roma. p. 31-62.
- HOWELER, R.H. 1976. La fertilización de la yuca. In: Curso sobre producción de yuca. Cali, Colombia, CIAT. p. 150-162.
- HUMBERT, R.P. 1974. El cultivo de la caña de azúcar. Trad. por Alfonso González G. Ed. 1974. México. Compañía Editorial Continental. p. 131-166.
- INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS. 1977. Manual Agrícola de los principales cultivos del Ecuador. Quito, Ecuador. Manual # 10. 152 p.
- JACOB, A. and H. VON UEXKULL. 1966. Fertilization of tropical and subtropical crops. 3ed. Hannover, Kali und salz. p.153-159.
- JARAMILLO, V.J. y LOBO, A.M. s.f. Melón. In Jaramillo V,J y LOBO, A.M. Comp. de Hortalizas. Bogotá, Colombia, ICA. p. 421-434.
- LAHAV, E. y TURNER, D.W. 1989. Nutrición del banano. Quito, Ecuador, Instituto de la Potasa y Fósforo. Boletín # 7. 65p.
- LAINEZ, J. 1972. Fertilización química del café y cacao en el litoral ecuatoriano. Quito, Ecuador. INIAP. Estación Experimental Tropical Pichilingue. Boletín Técnico # 30. 32 p.
- 1978. Nutrición del café robusta en la zona de Quevedo. Quito-Ecuador. INIAP. Estación Experimental Tropical Pichilingue. Boletín Técnico # 30. 32p.
- 1984. Como tomar muestras de hojas para el análisis químico de algunos cultivos. Quito,

- Ecuador. INIAP, Estación Experimental tropical Boliche. Boletín Divulgativo # 146. p. 4-8.
- , 1989. Avances en la investigación del problema "amarillamiento-secamiento" de la palma africana en el Ecuador. Quito, Ecuador. INIAP, Est. Exp. Sto. Domingo. Publicación Miscelánea # 51. p. 20-21.
- LACCOEUILHE, J.J. y GUYOT, A. 1979. Las técnicas del cultivo de la piña en Costa de Marfil. *Fruits* (Francia). 34(3):159-168.
- LEON, J. 1987. Botánica de los cultivos tropicales. San José, Costa Rica, IICA. p. 390-391.
- LEOVASUTA, A. and THIRAKUL, A. 1989. Fertilizer management for hybrid coconuts. *Better Crops International*. 5(2). p. 18-21.
- LITZENBERGER, A.C. ed. 1976. Guide for field crops in the tropics and the subtropics. Washington D.C. AID. Reprint Series # 10. p. 21,33,42,62.
- LOBO, A.M. y JARAMILLO V.J. s.f. Tomate. In Jaramillo V.J. y LOBO A.M. *Comp. de Hortalizas*. Bogotá, Colombia, ICA. p. 40-68.
- LOBO, A.M. y JARAMILLO, V.J. 1987. Sandía opatilla. *El cacaotero colombiano*. No. 34:43-50.
- LORA, S.R. y CALVO, S.F. 1985. Algunas deficiencias nutricionales en palma africana de aceite. Bogotá, Colombia, ICA. Boletín Técnico # 139.
- MAGALHAES S.J.M. y SANTOS, J.A. 1982. A cultura do magueira: práticas de cultivo. Brasil, EMBRAPA. Circular técnica # 3. 21 p.
- MALAVOLTA, E., HAAG, H.P., MELLO, F.A.F and BRASIL, M.O.C. 1962. On the mineral nutrition of some tropical crops. Berna, Suiza. International Potash Institute. 155 p.
- MARIN, S.L.D., GOMEZ, J.A. y SALGADO, J.S. 1986. Recomendacoes para o cultivo de mamoeiro. Solo no estado do Espirito Santo. 2da. ed. revision ampliada., Vitoria-ES, EMCAPA. 62 p. (EMCAPA-Circular técnica)
- MENGUEL, K and KIRBY, E.A. 1979. Principles of plant nutrition, 2da. Ed. International Potash Institute, Berna, Switzerland.
- MESTANZA, S. y ARREAGA, J. 1982. Fertilización química de plantaciones establecidas de banano en el Ecuador. Quito-Ecuador. INIAP. Estación Experimental Boliche. Boletín Técnico # 46. 17p.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y CRIA. 1977. Algunas prácticas agronómicas para el cultivo del plátano. Manual para agricultores. Caracas, Venezuela, p. 10, 21-22.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA. 1975. El cocotero y su cultivo. Manual Técnico # 1. Centro de Comunicación Técnica Agropecuaria. Quito, Ecuador, p. 19-21.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA. 1989. Guia para el cultivo de arroz bajo riego. Guayaquil, Ecuador. MAG/PNA/INIAP/CIAT. p. 8-10.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA. 1991. Manual para el manejo integrado del cultivo del arroz en el Ecuador. PNAR/INIAP/PROTECA. p. 6-10.
- MIRANDA, S.F. 1964. Señales de hambre en la piña. Puerto Rico. Univ. de Puerto Rico. 6 p.
- MITE, F. 1981. La fertilización foliar como un recurso para aumentar los rendimientos de soya. In: *Memorias del Seminario Internacional de soya*. Quevedo-Ecuador. Estación Experimental Tropical Pichilingue. p. 98-100.
- MONTALDO, A. 1977. Cultivos de raíces y tubérculos tropicales. San José, Costa Rica, IICA. p. 62-71.
- MONTALDO, A. 1986. Curso de yuca y su potencial en la costa. Quito-Ecuador. IICA. p.87-98.
- MOTATO, N. y BARBA, J. 1990. Nutrición y Fertilización de la palma africana. Quito-Ecuador. INIAP. Estación Experimental Sto. Domingo. Manual Técnico # 15. 38p.
- y MOTATO, N. 1987. Suelos y Fertilizantes. In: *Manual del cultivo del cacao*. Quevedo, Ecuador. Est. Exp. Trop. Pichilingue. p. 53-59.

- ; MOTATO, N y ROMERO, G. 1982. Resumen de las investigaciones de campo sobre fertilización en banano realizadas por el Dpto. de Suelos de la Estación Experimental Tropical Pichilingue. Quito-Ecuador. INIAP. Boletín Técnico # 43. 11p.
- NUÑEZ, M. 1989. El cultivo del banano. Guayaquil, Ecuador. Programa Nacional del Banano, MAG. 26 p.
- NUÑEZ, M. s.f. El cultivo del plátano. Guayaquil, Ecuador. Programa Nacional del Banano. p. 9.
- PARSON, M.D. 1985. Arroz, México, Trillas. p.17-18.
- PADILLA, G.W. 1979. Guía de recomendaciones de fertilización para los principales cultivos del Ecuador. Quito, Ecuador. INIAP. Estación Experimental Sta. Catalina. Boletín Técnico # 32. 32 p.
- , 1991. Nutrición de la palma africana en el Ecuador. El palmicultor (Ecuador). 2(1):23-25.
- POTASSIUM AND BORON DEFICIENCIES in oil palm. 1989. Better Crops International. 5(1):24.
- PY, C. 1966. El cultivo de piña en la República del Ecuador. Situación presente y posibilidades de desarrollo. snt: p. 22-23 (mimeografiado).
- RAMIREZ, R. 1982. Fertilización de la yuca. In: Seminario Nacional de yuca. 1980. (Maracay, Venezuela) 1982. Maracay, Venezuela. Univ. Central de Venezuela. p.129-130.
- REYES, R.D. 1983. Manual Técnico de producción de papaya. Panamá, Instituto de producción agropecuaria de Panamá. Manual Técnico # 3. 21 p.
- RINCON S,O. 1979. El plátano y su cultivo. Augura. Colombia. 5(1):4-20.
- RIVADENEIRA, Z.J. 1985. Fertilización mineral de la palma africana en el sitio definitivo. Quito, Ecuador. INIAP, Est. Exp. Sto. Domingo. Boletín Divulgativo # 164. 8 p.
- ROMERO, G.R. 1980. Determinación de la relación Mg-K en suelos cultivados con palma africana. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Quito, Ecuador. Fac. de Ciencias Agrícolas. p. 4-13.
- ROSSENBERG, G. 1969. Fertilización en cítricos. Chile, Ministerio de Agricultura. 47 p.
- SALTOS, J. 1988. Influencia de la fertilización con N,P,K,Zn y Mn en el sistema arroz-soya. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Babahoyo, Ecuador. Fac. de Ciencias Agrícolas. Univ. Tec. de Babahoyo. p. 69-
- SATTLER, R. y MARCELINO, L. 1983. Manual Técnico de producción de plátano. Panamá, Instituto de investigaciones Agropecuarias de Panamá. p. 1-6.
- SANCHEZ, P. 1981. Suelos del trópico. Características y Manejo. Trad. por E. Camacho. San José, Costa Rica, IICA. p. 198-203.
- SION, F y CARVAJAL, T. 1979. Guía práctica para el cultivo del algodón. Quito, Ecuador, INIAP. Boletín Divulgativo # 111. 8 p.
- SION M, FREDDY. 1992. Manual del cultivo del Algodón. Quito, Ecuador. INIAP, Estación Experimental Portoviejo. Manual No. 6. p. 13.
- SION, F. 1983. Manual del cultivo del Algodón. Quito, Ecuador, INIAP. Manual # 6. 13 p.
- SILVA, J. R. Da. y FREIRE, E. S. 1968. Influência da aplicao dos adubos minerais nos sulcos do plantio, sobre os "stands" da cultura da mandioca. Bragantia. 27(26):291-300.
- SOTO, M. 1985. Banano. Cultivo y comercialización. San José, Costa Rica. Litrografía e Imprenta LIL. p. 100-129, 265-301.
- STOVER, R. H. and SIMMONDS, N. W. 1987. Bananas. 3ª ed. John Willey. p.252-254.
- TAMARO, D. 1974. Manual de Horticultura. Trad. por A. Caballero. Barcelona, España, Gustavo Gill. p. 315-317.
- TEIWES, G. 1962. Nutrición y abonado de la palma cocotera. Alemania. Verlagsgsellschaft. Va. Fur Ackerban Mbh. Boletín Verde # 15. p. 17-27.
- y GRUNEBERG, F. 1967. Conocimientos y experiencias de la fertilización en piña.

- Alemania. Verlagsgsellschaft Va Fur Ackerban Mbh. Boletín Verde #3. p. 40-43.
- TORRES M,R. 1988. El cultivo de la papaya. In: Fruticultura Tropical. Federación de cafetaleros de Colombia. 2da. ed. 1988. Bogotá, Colombia. p. 295-289.
- TORRE de K,F. de la. 1989. Compendio de Agronomía Tropical. San José, Costa Rica, IICA. Tomo 2. 693 p.
- VANDERLIP, R.L. 1972. How a sorghum plant develops. Manhatan, Kansas State University. p. 17-19.
- VILLALOBOS, E.; CHINCHINILLA, C.; UMAÑA, C.H. y LEON, H. 1990. Deficit hídrico en palma aceitera (*Elaeis guinensis*, Jack) en Costa Rica. irrigación y fertilización con potasio. Turrialba (Costa Rica). 40(4):421-426.
- VILLAREAL, R.L. 1980. Tomatoes in the tropics. Colorado, USA. Wastview Press, Inc. p. 23-38.
- WASHBURN, R. 1982. Algunos aspectos del manejo de suelos en el cultivo de la palma aceitera en Costa Rica. In: Mesa Redonda Internacional sobre la palma aceitera africana (II); Honduras, 1982. Memorias. Honduras, Instituto Nacional Agrario. p. 195-203.
- WEBER, E. J; TORO, J. C. and GRAHAM, M. 1980. Cassava cultural practices. Ottawa, Canada, International Development Research Center. p.59-69.
- WEINBERG, Y. y RÍPALDA, J. 1964. Establecimiento y cuidado de semilleros y viveros. Guayaquil, Ecuador, Ministerio de Fomento. Boletín Divulgativo del Programa de Cítricos. 15 p.
- 1984. Plantación, siembra y cuidado de plantaciones jóvenes. Guayaquil, Ecuador, Ministerio de Fomento. Boletín Divulgativo del Programa de Cítricos. 26 p.
- WOOD, G.A.R. 1985. Cocoa, 4o. ed. New York, USA. Longman Scientific Technical. p. 167-193.
- WORKHOVEN, J. 1967.. Palmera de aceite. Alemania. Verlagsgsellschaft Va Fur Ackerban Mbh. Boletín Verde # 18. p. 10-13.