

# INFORMACIONES AGRONOMICAS



INSTITUTO DE LA POTASA Y EL FOSFORO  
POTASH AND PHOSPHATE INSTITUTE  
*José Espinosa*  
Director

Nº 6

• ENERO 1992

## FERTILIZACION DEL CAFE

E. Malavolta<sup>1</sup>

### 1.- INTRODUCCION

El objetivo de la fertilización en el cultivo del café es el de cubrir la diferencia entre el requerimiento y el suplemento. El requerimiento representa la cantidad de nutrientes que son necesarios para el crecimiento vegetativo y la producción. Es conocido que hasta que las plantas tengan al menos 7 u 8 años de edad, las necesidades se incrementan aun cuando durante este período los rendimientos pueden variar por un factor de 10. En los años de rendimientos bajos la planta usa más nutrientes para crecimiento vegetativo. En años de rendimientos altos el crecimiento vegetativo no se incrementa y los nutrientes se consumen en la producción de frutos.

El análisis del suelo provee la información sobre el suplemento y reacción de los nutrientes en la capa superior del perfil y en el subsuelo. Obviamente, la cantidad de nutrientes a aplicarse como fertilizantes es inversamente proporcional al poder de suplemento del suelo. Por otro lado, al considerar las cantidades a aplicarse, se deben tomar en cuenta las pérdidas por volatilización, lixiviación, fijación y erosión.

Cuando se hace uso de la práctica de fertilización se deben contestar varias preguntas. Estas son:

- Qué?: Elemento que se debe aplicar
- Cuánto?: Cantidad que se debe aplicar
- Cuándo?: En qué período del ciclo se debe usar el fertilizante

- Cómo?: Localización del fertilizante que permita la mayor absorción por las raíces o las hojas
- Rentabilidad?: La fertilización debe ser rentable

### 2.- CANTIDADES

Generalmente las dos primeras preguntas, "Qué" y "Cuánto" se contestan con el análisis de suelos. Los síntomas de deficiencia indican qué elementos están limitando el crecimiento y el rendimiento. Sin embargo, cuando aparecen los síntomas de deficiencia, el crecimiento y el rendimiento pueden estar ya afectados definitivamente. El análisis foliar es una herramienta muy útil para detectar casos de "hambre escondida" y para ajustar finamente la cantidad de fertilizante a aplicarse. Por otro lado, la cantidad varía en cierta forma, con el rendimiento esperado o rendimiento potencial, con la salvedad ya indicada de que se debe tener en cuenta las necesidades para crecimiento vegetativo.

Las recomendaciones de como proceder con el muestreo para el análisis de suelos se presentan en la Tabla 1. El muestreo y análisis del suelo de entre las hileras se hace para conocer si es necesario corregir acidez, preparando en esta forma volumen adicional de suelo para desarrollo futuro del sistema radicular. De la misma forma, se hace el análisis de muestras a una profundidad de 21 a 40 cm para determinar si existe acidez en el subsuelo.

<sup>1</sup> Centro de Energía Nuclear en Agricultura. Universidad de Sao Paulo, Piracicaba, Brasil.



Tabla 1. Recomendaciones de muestreo para el análisis de suelo

Variables	Descripción
Epoca	Cada año, por lo menos un mes después de la última aplicación de fertilizantes.
Lugar	En el medio de la banda de fertilización.
Profundidad	De 0-20 cm en medio de la banda de fertilización, cada año. De 21-40 cm en medio de la banda de fertilización, pasando un año. De 0-20 cm en medio de las hileras, pasando un año. De 21-40 cm en medio de las hileras, cada cuatro años.
Submuestras	10 submuestras combinadas en cada muestra compuesta, tomadas de áreas uniformes de hasta 50 ha.

La muestra compuesta debe analizarse por los siguientes parámetros: pH, materia orgánica, P, S(SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>), acidez potencial (en acetato de amonio 1N a pH 7.0 o SMP), Al intercambiable (KCl, 1N), K, Ca, Mg intercambiables y algunas veces Na, B (en agua caliente o HCl al 0.05 N), Cu, Fe, Mn y Zn (en Mehlich 1 o DTPA).

En la Tabla 2 se presentan datos de suelos con características que se consideran adecuadas en varias áreas dedicadas al cultivo de café. En otras palabras, si la muestra presenta valores dentro de los rangos considerados adecuados no hay necesidad de aplicar el elemento o corregir la acidez superficial (0-20cm).

Tabla 2. Características adecuadas de suelo para el cultivo del café.

Características	Brasil	Colombia (1)	Costa Rica (2)
pH (H <sub>2</sub> O)	5.5-6.0	5.0-5.5	5.5-6.5
(CaCl <sub>2</sub> 0.01 M)	4.9-5.5		
Materia orgánica %			
suelos arenosos	1-2		
suelos arcillosos	2-3	> 12	
P disponible	20-30 (3)		
	15-20 (4)	10 (5)	10-30 (6)
Cat. intercambiables			
K (meq)	0.3-0.4	> 0.35	0.2-1.5
% CIC	3-4		
Ca (meq)	3-5	4	4-20
% CIC	40-50		
Mg(meq)	1-3	1	1-10
% CIC	10-15		
% Sat. bases	50-60		
Saturación de Al	< 20		
S-SO <sub>4</sub> (ppm)	15-20		
B (ppm)	0.8-1.2 (7)		
	0.4-0.8 (8)		
Cu (ppm)	1-2 (4)		1-20 (9)
Fe (ppm)	30-50 (4)		10-50 (9)
Mn (ppm)	20-30 (4)		5-50 (9)
Zn (ppm)	4-6 (4)		2-15 (9)

(1) Valencia (sin fecha); (2) Monge (1986); (3) ug/cc, método de la resina; (4) Mehlich, ppm; (5) Bray II; (6) Olsen; (7) HCl 0.05 N; (8) agua caliente; (9) EDTA.

En la Tabla 3 se presentan las cantidades de fertilizantes usadas en Colombia, Costa Rica y Guatemala. Para un nivel de rendimiento dado, la variación corresponde a diferencias en fertilidad de suelo. Las cantidades más bajas se utilizan cuando el nivel del elemento en el suelo es alto y vice-versa. Como se ve en las notas de pie de página las cantidades se dividen en dos o más aplicaciones.

### 3.- EPOCA DE APLICACION

El análisis periódico de la solución nutritiva, en la cual se mantenían plantas jóvenes de café en producción, permitió obtener los datos de la Tabla 4 (Carvajal, 1984). Es claro que de entre los tres elementos estudiados existe una demanda temprana por P y en menor cantidad de N. La demanda de K está distribuida en forma más uniforme.

Existe otro aspecto que se debe considerar y es que el N puede lixiviarse rápidamente. En suelos de baja CIC, el K puede también lixiviarse. Por otro lado, la aplicación de cantidades muy altas de N y K puede conducir al desarrollo de una presión osmótica excesiva en la solución del suelo. El B puede lixiviarse especialmente en suelos arenosos de bajo pH. Por otro lado, el Zn puede fijarse y lo mismo sucede por supuesto con el P.

Tabla 3. Comparación de programas de fertilización en varios países de Latino América.

País	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Referencia
	-----kg/ha-----					
Colombia (1)	136-200	48-72	144-216	16-24		Valencia (sin fecha)
Costa Rica (2)						
> 1.2 t/ha	126-142	9-21	60-90	9-18	3-12	
1.2- 1.9 t/ha	190-202	18-42	60-90	18-36	6-24	
> 1.9 t/ha	313-337	36-84	120-180	36-72	12-48	ICAFFE (1989)
Guatemala (3)	111-165	74-110	70-110			PAZ (1998)

(1) 4000 plantas/ha  
 (2) Con rendimientos menores a 1.2 t/ha de café limpio, una aplicación de fórmula N-P-K y una aplicación de N. Con rendimientos mayores de 1.2 t/ha, dos aplicaciones de la fórmula y una de N (fórmula = 2/3 del total de N).  
 (3) Dos aplicaciones de fórmula NPK y una de N (1/2 del total de N).

Tabla 4. Absorción de NPK por plantas productoras jóvenes durante un año de ciclo productivo.

Mes	Período	N	P	K
		----- % del total absorbido -----		
Agosto - Septiembre	Antes de la floración y floración	34	42	25
Octubre - Marzo	Crecimiento de la fruta	26	42	31
Abril - Mayo	Maduración y cosecha	20	14	25
Junio - Jilio	Descanso	20	12	19

Es por estas razones que las cantidades totales de P y Zn deben ser usadas en una sola aplicación justo antes de la floración mientras que las cantidades de N, K, y B deben fraccionarse en dos o tres aplicaciones dentro del período que va desde la floración al máximo crecimiento del fruto.

Las dosis totales de N, K y B pueden dividirse en partes iguales. No se han obtenido resultados consistentes cuando las dosis han sido fraccionadas en proporciones diferentes.

#### 4.- FORMA DE APLICACION

Como regla general, alrededor del 90% de las raíces activas del café se encuentran en los 30 cm superiores del perfil.

Esto significa que no es necesario la localización profunda del fertilizante. Más aún y como se discutió anteriormente, el N y K pueden moverse hacia abajo en el perfil. Por otro lado, el pretender aplicar el fertilizante en capas profundas del suelo puede dañar el sistema radicular.

#### 5.- BIBLIOGRAFIA

- Carvajal, J.F. 1984. *Cafeto - Cultivo y Fertilización*. 2a.ed. Inst. Internacional de la Potasa. Berna. 254 p.
- ICAFFE. 1989. *Manual de Recomendaciones para el Cultivo del Café*. ICAFFE-MAG San José. Costa Rica.
- Monge, A. S. 1986. *Treinta y seis años de investigación en nutrición mineral del Cafeto en Costa Rica*. Curso Tenológico Moderno de Café. PROMECAFE Turrialba. 13 p.
- Paz, M. H. 1988. *Manual de Caficultura*. ANACAFE. Guatemala. 274 p.
- Valencia, G. Sin fecha. *Nutrición Mineral de Cafeto*. Chinchina. 28 p.



## LA FERTILIZACION CON POTASIO REDUCE LA TOXICIDAD DE HIERRO EN ARROZ PADDY

La pobre aereación de los cultivos de arroz paddy (inundación), permite la presencia de hierro ferroso ( $Fe^{++}$ ) que causa toxicidad de hierro en el cultivo. Este desorden fisiológico se caracteriza por la coloración café, café rojiza, anaranjada o amarillenta de las hojas.

La toxicidad de Fe inhibe el desarrollo completo de las panojas y puede también causar cierto grado de pudrición de la raíz. En suelos donde existe toxicidad de Fe los rendimientos se reducen dramáticamente.



La toxicidad de hierro afecta severamente los rendimientos del arroz Paddy. Nótese en el lado izquierdo de la foto la severa depresión de rendimiento causada por toxicidad de hierro.

Esto es particularmente cierto con algunas de las variedades modernas de alto rendimiento las cuales son sensitivas a altos niveles de Fe en la solución del suelo. Muchos de los suelos de arroz paddy en los trópicos son ácidos con alto contenido de aluminio (Al) y hierro (Fe) y bajas en fósforo disponible (P), calcio (Ca) y potasio intercambiable (K).

La fuerte condición reductora de estos suelos también deprime la disponibilidad de varios nutrientes de la planta. El estrés nutricional agrava los síntomas de toxicidad de Fe. El análisis de plantas de arroz cultivadas en áreas donde se

presenta toxicidad de Fe demuestra que una alta concentración de Fe (mayores que el nivel crítico tóxico de 300 ppm de Fe) está frecuentemente asociada con bajo contenido de K. Sin embargo, las plantas que reciben K suplementario como fertilizante tienen un nivel más bajo de Fe que aquéllas que no han recibido K.

Se puede reducir la toxicidad de Fe sembrando variedades tolerantes y aplicando 60 kg/ha o más de  $K_2O$  (dependiendo de la condición del suelo) junto con otros nutrientes como nitrógeno (N), P, Ca y Zinc (Zn). La nutrición adecuada con K es necesaria para aliviar la toxicidad de Fe en arroz paddy.

## ALGODON: NUEVOS SINTOMAS DE DEFICIENCIA DE POTASIO

Generalmente los síntomas de deficiencia de potasio (K) en algodón se presentan en las hojas viejas, maduras, en la parte baja de la planta. Recientemente, en algunas áreas productoras de algodón de los Estados Unidos, los signos de deficiencia de K han aparecido en las hojas jóvenes en la parte superior de plantas.

Los síntomas de deficiencia en las hojas superiores de la planta son similares a aquellos que se presentan en las hojas bajas. Al principio las plantas toman un color verde oscuro. Rápidamente las hojas superiores desarrollan un moteado de color verde claro a amarillento entre las nervaduras de las hojas. El moteado progresa hasta formar

áreas de color café en los márgenes de las hojas. Más tarde las hojas se tornan café rojizas y se enrollan. La concentración de potasio en el pecíolo es menor que el nivel normal (1.3-1.5 ppm). Las hojas bajas permanecen verdes y normales. Finalmente la planta pierde las hojas superiores. Como resultado se presentan capullos mal formados, la calidad de la fibra es pobre y los rendimientos son bajos.

Los expertos en algodón consideran que este desorden, ampliamente difundido en varias áreas productoras de algodón, es causado por dos factores:



**Nuevas Variedades:** Las nuevas variedades son precoces y producen altos rendimientos. Como resultado existe una fuerte demanda por K, entre la mitad y el final del ciclo de crecimiento, que debe ser satisfecha por el suelo en un período corto de tiempo. En el pico más alto de demanda la planta necesita de entre 3.5 y 4.5 kg de K/ha/día.

**Agotamiento de K en el Subsuelo:** A mediados del ciclo de cultivo, las raíces activas del algodón exploran el subsuelo en búsqueda de humedad y nutrientes. Alrededor del 25 por ciento del K absorbido por la planta es removido del campo en la semilla de algodón cosechada y el resto es depositado en la superficie del suelo en el residuo del cultivo. A través del tiempo, las plantas de algodón con

sistemas radiculares profundos pueden agotar los niveles de K en el subsuelo sin un efecto en los niveles de K en la capa arable. Debido a que el K proveniente del fertilizante y de los residuos de las plantas no se mueven en el suelo rápidamente, se acumula en la capa arable de donde se toman las muestras de suelos para análisis. Sin embargo, estas muestras no indican el nivel de K en el subsuelo donde las raíces del algodón están creciendo activamente a mediados del ciclo de crecimiento.

En algunas áreas otros factores como la sequía acentúan los problemas de K debido a que los suelos secos retienen el K más fuertemente. En estas condiciones existe un reducido movimiento de K en el suelo, movimiento que es esencial para la absorción de K por la planta. En el caso del algodón, en años secos, las raíces pueden crecer más profundamente en búsqueda de agua en el subsuelo agotado en K.

La mejor forma de eliminar este problema es elevando las cantidades de K o localizando el K a profundidad conveniente de modo que las raíces tengan suficiente suplemento durante todo el ciclo de crecimiento.

Cuando los síntomas de deficiencia de K han aparecido en la parte superior de la planta, se verifica la existencia del problema analizando muestras de suelo de la capa arable (0-25 cm) y muestras del subsuelo (25-48 cm). La aplicación del fertilizante al subsuelo se puede hacer con equipo de fertilización que localice el material a la profundidad requerida.



La localización de los síntomas de deficiencia de potasio han cambiado en algunas variedades nuevas de algodón. Nótese en la foto como el síntoma de deficiencia de Potasio aparece en las hojas jóvenes. La deficiencia de potasio afecta notablemente al rendimiento.

## TETANIA DE LOS PASTOS

La "Tetania de los pastos" es un desorden que afecta a los rumiantes que se alimentan de pasturas verdes y exuberantes y se caracteriza por el bajo contenido de magnesio (Mg) en la sangre de los animales. Es un desorden serio y frecuentemente fatal, especialmente en vacas lactantes. Este fenómeno es generalmente asociado a la relación potasio (K)/ calcio (Ca) + magnesio (Mg) en el tejido de las plantas forrajeras. El problema en general ocurre cuando la relación K/Ca + Mg excede a 2,2/1.

El problema puede alcanzar proporciones epidémicas en algunos años, diezmando el ganado que se alimenta de una pastura aparentemente normal. Los animales afectados pueden mostrar síntomas de excitabilidad, descordinación motora, tambaleo y caída. Frecuentemente el animal muere repentinamente, sin presentar síntomas.

La tetania ha sido estudiada hace años. Los científicos observaron que la dolencia estaba ligada al bajo contenido de Mg en los forrajes.



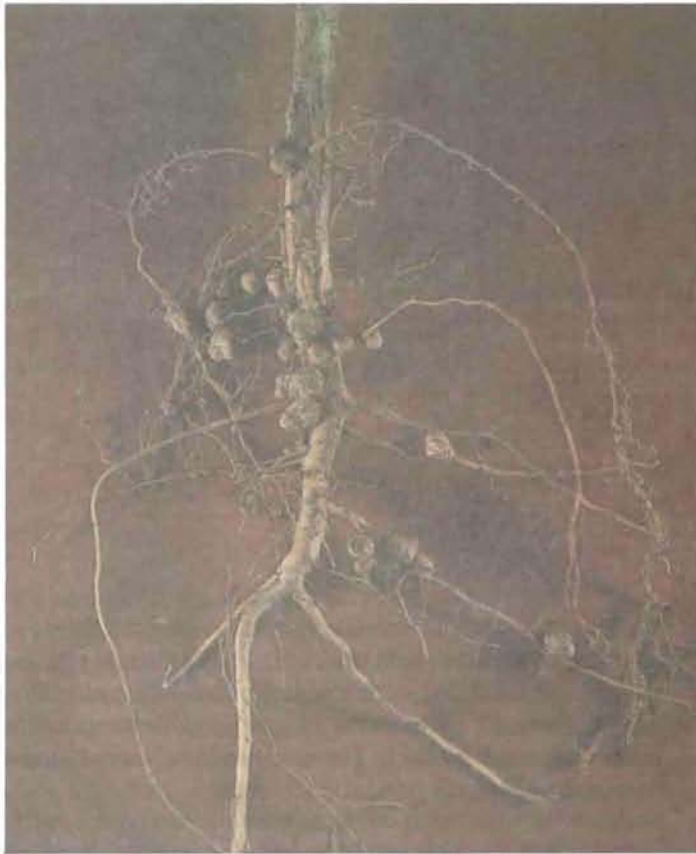
Estudios realizados en laboratorio y en invernadero demostraron que cuando se agrega suficiente fósforo (P) a las plantas se incrementa la absorción y el movimiento de Mg de las raíces hacia las hojas. Sin suficiente P, aun cuando haya suficiente Mg en el suelo, los niveles de Mg en los tejidos de los pastos pueden no ser suficientes para satisfacer la demanda de los animales y dar lugar a la presencia de "tetania de los pastos".

Muchos suelos dedicados a la producción de pastos son naturalmente bajos en P. Resultados de investigación en muchos sitios han demostrado la importancia del P en la absorción de Mg. Cuando se mejora la disponibilidad del P se mejora también la absorción y la translocación del Mg de las raíces a las hojas. Es necesario considerar que la fertilización con P no es una cura mágica para la tetania pero el incremento en la fertilización con P promueve una mayor absorción de cationes divalentes como Ca y Mg. (News & Views, PPI Atlanta, Julio/1991).

## EFFECTO DEL FOSFORO EN LA FIJACION BIOLOGICA DE NITROGENO

El fósforo (P) juega un papel muy importante en los procesos de fijación biológica de nitrógeno (N). Numerosos experimentos conducidos en todo el mundo han demostrado el efecto positivo de la aplicación de P en suelos donde se cultivan leguminosas.

En estas condiciones el P trabaja de varias formas:



El fósforo promueve el crecimiento radicular y la fijación biológica de nitrógeno en las leguminosas. Observe el crecimiento vigoroso de los nodulos en esta raíz de soya.

- \* Incrementa el crecimiento de la parte aérea y las raíces de las plantas (cualquier factor que restrinja el desarrollo de la raíz y la actividad de los nódulos de la leguminosa reduce la habilidad de la planta para fijar N).
- \* Reduce el tiempo necesario para que los nódulos se desarrollen e inicien actividad, todo esto en beneficio de la planta hospedera.
- \* Incrementa el número, tamaño y la cantidad de N asimilado por unidad de peso de nódulos.
- \* Incrementa el porcentaje y la cantidad total de N acumulado en la leguminosa.

Las leguminosas demandan apreciables cantidades de P debido a la producción de compuestos que contienen proteína de los cuales el N y P son importantes constituyentes. El contenido de P de las leguminosas es generalmente mucho más alto que el de las gramíneas. El rol vital que juegan en las leguminosas los compuestos que almacenan P, en relación con el proceso de transferencia de energía, especialmente aquellos relacionados con la enzima nitrogenasa, que es la que permite la fijación de N, es quizá la razón principal por la cual las leguminosas tienen una demanda más alta de P que las gramíneas que dependen más del N.

### Interrelación entre el P y la fijación biológica de N.

La infección con la bacteria *Rhizobium* ocurre cuando los pelos radiculares, en crecimiento activo, interceptan o atraen esta bacteria en el suelo. Cualquier restricción en el crecimiento y desarrollo de la raíz de la leguminosa restringe la nodulación. El P promueve el crecimiento del sistema radicular.

La fijación biológica de N demanda de compuestos fotosintéticos rápidamente disponibles en la forma de azúcares. El P es vital en la fotosíntesis, transferencia de energía y la formación de azúcares.

La translocación de los productos de la fotosíntesis de las hojas a las raíces y el movimiento de los compuestos que contienen N fijado de los nódulos a otras partes de la planta es vital para que el sistema simbiótico sea eficiente. El P es parte integral de los compuestos que mueven el sistema.

La fijación biológica de N es un proceso que consume tremenda cantidad de energía. El P es esencial en la formación y es constituyente del ATP (adenosina trifosfato), el principal compuesto de almacenamiento de energía necesaria para los procesos metabólicos de la planta.

## ANUNCIOS DE CURSOS Y SIMPOSIOS

### 1.- 3rd. Fertilizer Latin America International Conference

ORGANIZA : British Sulphur  
LUGAR : Palm Beach - Florida. U.S.A.  
INFORMACION : The Conference Secretary  
The British Sulphur Corporation Ltd.  
31 Mount Pleasant, London  
WC1XOAD, England  
Tel.: (+ 4471) 837 5600  
Fax.: (+ 4471) 837 0292  
Telex: 918918 sulfex g.

### 2.- VII Taller Internacional de Manejo de Suelos

ORGANIZA : INTA (Instituto Nacional de  
Tecnología Agropecuaria).  
Soil Management Support Services,  
Washington D.C. U.S.A  
University of Puerto Rico,  
Mayaguez, Puerto Rico  
LUGAR: Buenos Aires Argentina  
FECHA: Mayo 3-16 de 1992  
INFORMACION : Dr. F. H. Beinroth  
Dept. of Agronomy & Soils,  
University of Puerto Rico  
Mayaguez, PR 00708, U.S.A.

### 3.- The First International Crop Science Congress

ORGANIZA : ICSS  
LUGAR : Ames, Iowa U.S.A.  
FECHA : Julio 14 - 22de 1992  
INFORMACION : Kenneth Frey: Chair  
International Crop Science Congress  
c/o Agronomy Department  
Iowa State University  
Ames IA 50011  
U.A.S.

### 4.- Symposium: "Roots of Plant Nutrition".

ORGANIZA : Potash and Phosphate Institute  
LUGAR : Champaign, Illinois, U.S.A.  
FECHA : Julio 8-10 de 1992  
INFORMACION : Dr. Harold Reetz  
P.O. Box 13 Monticello, I L 61856  
Telf.: 2177622074  
Fax.: 2177622074



## PUBLICACIONES DE INPOFOS

Las siguientes publicaciones de INPOFOS se encuentran disponibles con un costo nominal .

- **Manual de Fertilidad de Suelos.** Publicación didáctica sobre uso y manejo de suelos y fertilizantes.
- **POTASA: Su Necesidad y Uso en Agricultura Moderna.** Esta publicación cubre aspectos como funciones de potasio en las plantas, necesidad y síntomas de deficiencia y el eficiente uso de fertilizantes potásicos.
- **Fertilización del Banano para Rendimientos Altos.** Aspectos como requerimientos nutricionales, ciclaje de nutrientes, análisis foliar y fertilización se discuten en amplitud en esta publicación.
- **CAFETO: Cultivo y Fertilización.** Esta publicación discute ampliamente el origen, distribución y prácticas culturales, cobertura del suelo, enfermedades y plagas y fertilización científica del Cafeto.
- **Diagnosis de Problemas de los Cultivos.** Serie de cortos panfletos con fotos que incluyen una concisa discusión de problemas específicos en el campo acompañados con recomendaciones que permiten solucionar el problema e incrementar los rendimientos.  
Disponible: Deficiencia de Potasio y Boro en Palma Aceitera.



INPOFOS - INSTITUTO DE LA POTASA Y EL FOSFORO  
Av. de los Shyris 2260 y el Telégrafo  
QUITO - ECUADOR

IMPRESOS

CORREO AEREO



BY AIR MAIL