

# INFORMACIONES AGRONOMICAS

INVESTIGACION  
INPOFOS K P  
EDUCACION

INSTITUTO DE LA POTASA Y EL FOSFORO  
POTASH & PHOSPHATE INSTITUTE  
POTASH & PHOSPHATE INSTITUTE OF CANADA



No. 38

| ENERO 2000

## NUTRICION Y FERTILIZACION DEL PEJIBAYE PARA PALMITO

Eloy Molina\*

### Introducción

A pesar del alto potencial del pejibaye para palmito, algunos aspectos importantes de la producción agronómica de este cultivo han sido poco estudiados. El manejo del suelo y la nutrición es quizás uno de los aspectos que ha recibido menos atención y por esta razón la información disponible sobre este tema es escasa y poco concluyente.

El palmito requiere, para crecimiento y producción, de abundante cantidad de nutrientes que con frecuencia no pueden ser suministrados totalmente por el suelo. Los nutrientes absorbidos por el cultivo deben ser reemplazados para mantener el nivel de fertilidad del suelo y la continua producción de altos rendimientos. Una manera eficiente de conseguir este propósito es mediante el uso racional de fertilizantes y enmiendas.

El propósito de este artículo es discutir algunos aspectos básicos del manejo de la nutrición y fertilización del cultivo.

### Nutrición del cultivo

#### Absorción de nutrientes

El palmito extrae abundante cantidad de nutrientes, aunque gran parte de éstos son reciclados través de los residuos de hojas, tallos y cáscaras que regresan al campo durante la cosecha. Un estudio conducido en la zona Atlántica de Costa Rica (Herrera, 1989), determinó que el palmito produce 19.5 t/ha de materia seca por año en follaje y cáscaras que son recicladas en el campo y solamente 1.76 t/ha/año de palmito bruto que es el material removido del campo. Estos datos fueron estimados de un rendimiento de 9600 palmitos/ha/año.

En la Tabla 1 se presentan las cantidades de nutrientes extraídas por el cultivo determinadas por el estudio arriba mencionado. Se observa que el nitrógeno (N) es el elemento removido en mayor cantidad. Este nutriente tiene el mayor efecto en el crecimiento y productividad del palmito. Una producción total de biomasa seca de 19.5 t/ha/año, extrae 531 kg de N. El segundo elemento en orden de extracción es el potasio (K), con una absorción total de 248 kg/ha. La extracción de nutrientes, en orden descendente, es la siguiente: N > K > Ca > Mg > P > Mn > Fe > Zn > Cu. La mayor parte de los nutrientes son removidos por la biomasa vegetativa (tallos, hojas, raíces) y una cantidad mucho menor es extraída por el palmito neto. Por lo

### CONTENIDO

	Pág
• Nutrición y fertilización del pejibaye para palmito	1
• Evaluación de la eficiencia de la fertilización potásica en el cultivo de palma africana utilizando <sup>85</sup> Rb como trazador	8
• Utilización del método del balance de nitrógeno para la recomendación de la fertilización nitrogenada en maíz	11
• Reporte de investigación reciente	14
• Cursos y Simposios	15
• Nuevo servicio de INPOFOS	15
• Publicaciones de INPOFOS	16

Editor: Dr. José Espinosa

Se permite copiar, citar o reimprimir los artículos de este boletín siempre y cuando no se altere el contenido y se cite la fuente y el autor.

\* Centro de Investigaciones Agronómicas. Universidad de Costa Rica.

**Tabla 1. Extracción de nutrientes por el Pejibaye para Palmito en Guapiles, Costa Rica (Herrera, 1989).**

Parte de la planta	Peso seco t/ha/año	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn
----- kg/ha/año -----										
Biomasa*	19.5	503	33.1	217.3	60.1	39.1	1.80	0.163	0.204	0.189
Palmito bruto**	1.7	28	4.8	31.0	4.7	3.9	0.03	0.021	0.050	0.085
Biomasa total	21.2	531	37.9	248.3	64.8	43.0	1.93	0.184	0.254	0.274

\* Follaje + residuo de cosecha.

\*\* Cáscaras + palmito neto.

Datos estimados de una población de 3200 cepas/ha, con un rendimiento de 9600 palmitos/ha/año.

tanto, es importante el reciclaje de nutrientes que debe tomarse en cuenta al diseñar los planes de fertilización.

### Síntomas de deficiencias nutricionales

El diagnóstico de los problemas nutricionales mediante la observación de síntomas tiene gran importancia práctica, porque permite tomar decisiones rápidas en el campo para la corrección de las deficiencias. Un estudio realizado por La Torraca et al. (1984), permitió identificar la forma como se presentan los síntomas de deficiencia de los principales nutrientes en plantas jóvenes de pejibaye. Esta información se completó con observaciones en plantaciones comerciales de Costa Rica. La descripción de los síntomas es la siguiente.

**Nitrógeno:** Las plantas deficientes en N son pequeñas. Las hojas más viejas presentan un color verde claro con tendencia a amarillarse, particularmente las puntas de las hojas. Las hojas más viejas se necrosan y mueren. Los tallos principales son pequeños y delgados, los hijos son débiles y de escaso crecimiento. Se presenta una reducción severa en la productividad por cepa. La deficiencia de N se observa con claridad cuando el nivel del elemento en la hoja es menor a 2%. Se debe tener cuidado de no

confundir los síntomas de deficiencia de N con síntomas causados por mal drenaje y por pudriciones del sistema radical causadas por hongos y bacterias.

**Fósforo:** La deficiencia de fósforo (P) paraliza el crecimiento de la planta y reduce el volumen de raíces, no hay otros síntomas foliares evidentes. El palmito parece ser muy eficiente para extraer P, probablemente debido a su reconocida relación con las micorrizas del suelo.

**Potasio:** La carencia de K se presenta como una clorosis o amarillamiento de los bordes de las hojas viejas, estos tejidos se necrosan posteriormente. El síntoma se presenta con mayor intensidad en las puntas de la lámina foliar. Los síntomas pueden extenderse a hojas de crecimiento y las hojas viejas se secan a partir de las puntas en el sentido del raquis. En los foliolos de las hojas adultas aparecen puntos cloróticos o amarillo claros, que se hacen más grandes y cambian a color anaranjado a medida que se intensifica la deficiencia. Eventualmente, la hoja se necrosa tomando un color café, proceso que se inicia por los bordes y las puntas de las hojas.

**Calcio:** Cuando el calcio (Ca) es deficiente en la planta las hojas nuevas presentan una coloración verde clara con una apariencia ondulada. Además, estas hojas permanecen plegadas y no tienen

espinas en la lámina foliar.

**Magnesio:** Las plantas deficientes en magnesio (Mg) presentan una clorosis o amarillamiento intervenal en las hojas viejas que se inicia desde la punta de la lámina foliar hacia la base. Al avanzar el síntoma a hojas intermedias, las hojas viejas pierden casi totalmente la clorofila, mostrándose quebradizas. La deficiencia de Mg es muy frecuente en plantaciones comerciales, especialmente en aquellas ubicadas en suelos ácidos.

**Azufre:** Los síntomas de la deficiencia de azufre (S) ocurren como una pérdida del color verde en la punta de hojas nuevas.

**Boro:** La falta de boro (B) en palmito se presenta como una coloración verde más intensa y una leve ondulación de la lámina foliar en las hojas viejas. En hojas nuevas ocurre un doblamiento abrupto del folio junto al raquis o en la parte media del foliolo.

### Fertilización

El objetivo de la práctica de fertilización es el de cubrir, en forma económica, la diferencia entre el requerimiento de nutrientes del cultivo y el suministro de elementos por el suelo. La fertilización es una práctica agronómica que está diseñada para suplir los nutrientes necesarios en forma rápida y

eficiente. La elaboración del programa de fertilización debe tener en cuenta algunos requisitos básicos como: nutrientes limitantes (análisis de suelos), cantidad a aplicar, época de aplicación, forma de aplicación, fuente o fórmula de fertilizantes, costo y rentabilidad de la recomendación.

### Fuentes de nutrientes

El N es el elemento más utilizado en los programas de fertilización del palmito, debido a que es el elemento de mayor demanda por el cultivo. En el pasado, algunas plantaciones viejas de palmito fueron fertilizadas casi exclusivamente con N. La fuente más empleada ha sido el nitrato de amonio (33.5 % de N), que tiene la ventaja de aportar N en forma nítrica y amoniacal. La urea (46% de N) también es una fuente importante debido a su alto contenido de N y su menor costo por unidad de N. Ambas fuentes han mostrado ser excelentes para palmito, pero presentan el inconveniente de dejar efecto residual ácido en el suelo a mediano y largo plazo y esto obliga a tomar medidas de prevención mediante la aplicación oportuna de cal.

En los últimos años, el uso de fertilizantes con P, K y Mg ha tomado mayor aceptación en el cultivo del palmito, principalmente en suelos ácidos de baja fertilidad. Fuentes como el fosfato diamónico, DAP (46%  $P_2O_5$ ), cloruro de potasio (62% de  $K_2O$ ) y K-Mag o Sulpomag (22%  $K_2O$ , MgO, y 22% de S) son incluidas en los programas de fertilización, tanto en forma individual como en mezclas físicas o químicas.

Elementos menores como (B), zinc (Zn) y manganeso (Mn) pueden ser importantes en el programa de fertilización, especialmente

mediante aplicaciones al suelo. La escasez de investigación sobre el efecto agronómico de estos nutrientes en el palmito no permite recomendaciones precisas. Sin embargo, es conocido que las palmáceas son exigentes en B como ocurre en los cultivos de palma aceitera y coco, por lo que podría ser importante en palmito. El Zn con frecuencia es deficiente en muchos suelos cultivados de palmito. Existen varias fuentes comerciales de B (borax, solubor, razorita) de variada concentración de  $B_2O_3$ . El Zn se puede aplicar como sulfato de zinc (31% de ZnO). La dosis puede oscilar de 10-20 kg de  $B_2O_3$ /ha, y de 5-10 kg de ZnO/ha. La fertilización al suelo con B y Zn, o cualquier otro micronutriente se debe justificar completamente con análisis de suelos y/o el análisis foliar.

El programa de fertilización puede ser más flexible con el uso de mezclas físicas diseñadas para entregar una dosificación específica de nutrientes. Esto facilita la aplicación, reduce los costos y evita el suministro excesivo o innecesario de algunos elementos. En el caso de ser necesaria la aplicación de micronutrientes, éstos se deben mezclar completamente con las mezclas físicas o químicas para hacer eficiente la aplicación.

La selección de la dosis y la fuente de fertilizante dependerá de la fertilidad de los suelos y el nivel de productividad de palmito.

### Epoca y forma de aplicación

La mayor parte de las plantaciones de palmito se ubican en zonas de alta precipitación. En estos casos, es necesario fraccionar la aplicación de fertilizantes para disminuir las pérdidas de nutrientes por lavado superficial y lixiviación, e incrementar la

eficiencia en la absorción de nutrientes por parte de la planta. Los fertilizantes se pueden fraccionar en ciclos de 6 a 12 aplicaciones, dependiendo de cantidad de lluvia en cada sitio en particular.

En plantaciones jóvenes, especialmente en el primer año de crecimiento, los fertilizantes deben colocarse en una área ubicada entre 20 y 30 cm de distancia de la cepa. En plantaciones adultas en las cuales se ha formado la "araña", la distancia se incrementa a una área ubicada entre 40-50 cm de la cepa. Sin embargo, en plantaciones adultas, el crecimiento y proliferación de raíces finas superficiales en el área comprendida entre el tallo y el centro de la calle, estimuladas por el manto de residuos de cosecha, permite que los fertilizantes puedan ser colocados en un área de un m de ancho ubicada en el centro de la calle entre las hileras de plantas. Esto es particularmente cierto en suelos muy ácidos y de textura pesada, donde la acidez del subsuelo y el incremento en el contenido de arcilla con la profundidad, favorecen el crecimiento lateral y superficial de las raíces finas.

El planeamiento del programa de fertilización deberá estar fundamentado en los resultados de los análisis de suelos y foliares, haciendo énfasis en el establecimiento de un orden jerárquico de los problemas nutricionales. Si el suelo presenta problemas de acidez, la prioridad será corregir esta limitante seleccionando la dosis y fuente de cal más adecuada. El mejoramiento de la fertilidad de suelos ácidos mediante el encalado permite un mejor crecimiento del sistema radical, aumentando la eficiencia del fertilizante y la absorción de nutrientes.

## Prácticas de fertilización

### Almácigo

El manejo adecuado de la fertilización en la etapa de almácigo debe garantizar la producción de plantas sanas, vigorosas, con un buen sistema radical y un follaje verde y bien desarrollado. Esta etapa empieza por la selección de un suelo con buenas características físicas (textura franco a franco arenosa, suelto, friable, poroso) y de fertilidad (buen contenido de materia orgánica y bases de intercambio y sin problemas de acidez). La incorporación de residuos orgánicos puede mejorar las características físicas y químicas del suelo utilizado para almácigo.

Durante esta etapa el N y el P son los elementos más importantes para garantizar el buen crecimiento

de las plantas. El N permite un crecimiento vegetativo rápido y la formación de una adecuada área fotosintética. El P favorece el crecimiento del sistema radical. La etapa de almácigo normalmente comprende un período de 6 a 8 meses, lapso en el cual se puede realizar 3 o 4 aplicaciones de fertilizantes, dependiendo de la fertilidad del suelo y del estado nutricional de las plantas. En la Tabla 2 se presenta una alternativa para un programa de fertilización de almácigos.

Para asegurar un buen crecimiento del follaje, la fertilización al suelo se debe completar con fertilización foliar utilizando fuentes que suministren N, Ca, Mg, S, B y Zn. Las plantas de almácigo responden muy bien la fertilización foliar, que se puede hacer cada 15 días.

### Palmito en desarrollo

Durante el primer año después de

la siembra del cultivo, el palmito requiere de un rápido crecimiento para asegurar el establecimiento definitivo. Para esto es necesario N al igual que una aplicación alta de P si el suelo es deficiente en este elemento. El uso combinado de fosfato diamónico o DAP, 10-30-10 y nitrato de amonio, es una alternativa eficaz para suelos de fertilidad media a alta. La selección de las fuentes de fertilizantes deberá justificarse con el análisis de suelos. La Tabla 3 presenta dosis y fuentes para un suelo de fertilidad moderada.

### Palmito en producción

El programa de fertilización para palmito en producción depende de la fertilidad del suelo y determina la cantidad de nutrientes a aplicarse. Para esto es necesario el correspondiente análisis de suelos. Al momento, las recomendaciones de fertilización se basan en los

**Tabla 2. Recomendación de fertilización de almácigos de pejibaye para palmito.**

Epoca	Fuente	Dosis (kg/ha)	----- Nutrientes aplicados, kg/ha -----		
			N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Siembra	10-30-10	300	30	90	30
2 meses	Nitrato de amonio*	200	67	-	-
4 meses	Nitrato de amonio	200	67	-	-
Total		700	164	90	30

\* El nitrato de amonio se puede sustituir con urea.

**Tabla 3. Dosis de fertilización para palmito en desarrollo en un suelo de fertilidad moderada.**

Aplicación	Fuente	Dosis kg/ha	----- Nutrientes aplicados, kg/ha -----				
			N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Siembra	10-30-10	300	30	90	30	-	-
2º	Nitrato de amonio*	150	50	-	-	-	-
3º	18-5-15-6-2**	250	45	12	38	15	5
4º	Nitrato de amonio	150	50	-	-	-	-
Total		850	175	102	68	15	5

\* El nitrato de amonio se puede sustituir con urea.

\*\* La fórmula se pueden sustituir con otra que cubra los requerimientos de nutrientes y si es necesario se puede complementar con fertilizantes simples.

**Tabla 4. Recomendaciones de fertilización para palmito en suelos de fertilidad media, sin problemas de acidez, con nivel medio de K. Requerimientos para este nivel de fertilidad: N = 250, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 50 y K<sub>2</sub>O = 100 kg/ha, respectivamente.**

Ciclo*	Fuente	Dosis kg/ha	----- Nutrientes aplicados, kg/ha -----		
			N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1	10-30-10	167	17	50	17
2	Nitrato de amonio**	150	50	-	-
3	26-0-26***	160	42	-	42
4	Nitrato de amonio	150	50	-	-
5	26-0-26	160	42	-	42
6	Nitrato de amonio	150	50	-	-
Total		937	251	50	101

\* 6 ciclos por año, uno de 10-30-10, dos de 26-0-26 y tres de nitrato de amonio  
 \*\* El nitrato de amonio se puede sustituir con urea.  
 \*\*\* Se puede sustituir este programa por la mezcla física 31.7-6-13 en dosis de 800 kg/ha fraccionado en 6 aplicaciones o se puede trabajar totalmente con fertilizantes simples.

**Tabla 5. Recomendaciones de fertilización para palmito en suelos de fertilidad media a alta, sin problemas de acidez, con nivel bajo de K. Requerimientos para este nivel de fertilidad: N = 250, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 50 y K<sub>2</sub>O = 150 kg/ha, respectivamente.**

Ciclo*	Fuente	Dosis kg/ha	----- Nutrientes aplicados, kg/ha -----		
			N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1	10-30-10	167	17	50	17
2	Nitrato de amonio**	150	50	-	-
3	26-0-26***	170	44	-	44
4	26-0-26	170	44	-	43
5	Nitrato de amonio	150	50	-	-
6	26-0-26	170	44	-	44
Total		977	249	50	149

\* 6 ciclos por año, uno de 10-30-10, tres de 26-0-26 y dos de nitrato de amonio  
 \*\* El nitrato de amonio se puede sustituir con urea.  
 \*\*\* Se puede sustituir este programa por la mezcla física 28-6-18 en dosis de 900 kg/ha fraccionado en 6 aplicaciones o se puede trabajar totalmente con fertilizantes simples.

requerimientos generales del cultivo que son las siguientes: N = 250 - 300; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 50 - 100; K<sub>2</sub>O = 50 - 200; MgO = 40 - 80; S = 40 - 60 kg/ha, respectivamente. Estos requerimientos podrían cambiar conforme se avance en la investigación en la nutrición del cultivo. En las Tablas 4 a 7 se presentan algunos ejemplos de programas de fertilización en diferentes condiciones de fertilidad de suelos.

### Abonos orgánicos

Los abonos orgánicos son residuos de origen animal o vegetal que contienen varios nutrientes en concentraciones generalmente muy bajas en comparación con los fertilizantes inorgánicos. La mayoría de los nutrientes en los abonos orgánicos no están disponibles en forma inmediata para las plantas y estos, los materiales orgánicos, deben primero descomponerse a través de procesos biológicos para que los

nutrientes se mineralicen a formas inorgánicas que son disponibles y asimilables por las plantas. De esta forma, los abonos orgánicos constituyen una fuente de elementos nutricionales que son liberados a mediano plazo.

Como se indicó anteriormente, una de las limitaciones del uso de abonos orgánicos es el muy bajo contenido de nutrientes en comparación a los fertilizantes inorgánicos, particularmente en el caso del N, que es el elemento más

**Tabla 6. Recomendaciones de fertilización para palmito en suelos con problemas de acidez, y bajos en P y Mg. Requerimientos para este nivel de fertilidad: Cal = 1-3 t/ha de acuerdo al análisis de suelos, N = 250, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 50, K<sub>2</sub>O = 75 y MgO = 60 kg/ha, respectivamente.**

Ciclo	Fuente	Dosis kg/ha	Nutrientes aplicados, kg/ha					
			N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	S
1	18-3-10-8-1.2	228	45	7.5	25	20	5	25
2	10-30-10	100	10	30	10	-	-	-
3	18-3-10-8-1.2	250	45	7.5	25	20	5	25
4	Nitrato de amonio**	150	50	-	-	-	-	-
5	18-3-10-8-1.2***	250	45	7.5	25	20	5	25
6	Nitrato de amonio	150	50	-	-	-	-	-
Total		1150	245	52	85	60	15	75

\* 6 ciclos por año, un ciclo de 18-3-10-8-1.2, un ciclo de 10-30-10 y dos ciclos de nitrato de amonio.  
 \*\* El nitrato de amonio se puede sustituir con urea.  
 \*\*\* Se puede sustituir este programa por la mezcla física 26-5-8-6-1.5 en dosis de 961 kg/ha fraccionado en 6 aplicaciones o se puede trabajar totalmente con fertilizantes simples.

**Tabla 7. Recomendaciones de fertilización para palmito en suelos con problemas de acidez, y bajos en P, K y Mg. Requerimientos para este nivel de fertilidad: Cal = 1-3 t/ha de acuerdo al análisis de suelos, N = 250, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 50, K<sub>2</sub>O = 150 y MgO = 60 kg/ha, respectivamente.**

Ciclo	Fuente	Dosis kg/ha	Nutrientes aplicados, kg/ha					
			N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	S
1	18-5-15-6-2		45	7.5	25	20	5	25
2	18-5-15-6-2	100	10	30	10	-	-	-
3	Nitrato de amonio**	250	45	7.5	25	20	5	25
4	18-5-15-6-2	150	50	-	-	-	-	-
5	Nitrato de amonio	250	45	7.5	25	20	5	25
6	18-5-15-6-2	150	50	-	-	-	-	-
Total		1150	245	52	85	60	15	75

\* 6 ciclos por año, cuatro ciclos de 18-5-15-6-2 y dos ciclos de nitrato de amonio  
 \*\* El nitrato de amonio se puede sustituir con urea.  
 \*\*\* Se puede sustituir este programa por la mezcla física 24-4-12-5-1.7, en dosis de 1150 kg/ha fraccionado en 6 aplicaciones o se puede trabajar totalmente con fertilizantes simples.

importante en la nutrición del palmito. Esto obliga a utilizar cantidades muy altas de abono orgánico para garantizar un suministro adecuado de N. Por lo general se necesitan entre 10 y 50 t/ha de materiales orgánicos. Con estas aplicaciones no se pueden controlar el aporte de otros nutrientes y a menudo inducen desbalances nutricionales que son costosos en la producción. Otra limitante importante es la relativa escasez de fuentes orgánicas en muchas zonas productoras de

palmito y el transporte de estos materiales a la finca es muy costoso. Es interesante utilizar residuos orgánicos de fácil acceso en las cercanías de las fincas, tales como gallinaza, broza de café, pinzote de banano y los desechos de la industria. Estos materiales pueden ser utilizados solos o combinados para producir compost que se puede enriquecer con productos inorgánicos como la cal, roca fosfórica, sulpomag o K-Mag, etc.

La utilización de abonos orgánicos debe verse más allá del simple suministro de nutrientes. Los materiales orgánicos incorporados mejoran las propiedades físicas del suelo (estructura, densidad aparente) a través del efecto floculante y cementante que tiene la materia orgánica. Esto permite incrementar el crecimiento y la penetración radical, y mejorar el movimiento de aire, agua y nutrientes. Los abonos orgánicos también mejoran las propiedades químicas aumentando princi-

palmente la capacidad de intercambio catiónico del suelo que es una medida directa de la fertilidad del suelo y mejoran las propiedades biológicas del suelo favoreciendo la proliferación de microorganismos benéficos. Este conjunto de condiciones permiten que la respuesta a la aplicación de fertilizantes minerales sea eficiente logrando rendimientos altos de palmito de calidad. Quizá la fuente más importante de material orgánico sea el mismo palmito, que produce una buena cantidad de residuos que quedan en el campo. Uno de los beneficios de la fertilización balanceada del cultivo es la producción de abundante cantidad de residuos. Mientras más vigoroso y productivo sea el cultivo más residuos quedan en el campo.

La industrialización del palmito produce residuos de cáscaras, conocidos como corteza externa e interna, que no son aprovechados y se eliminan como un deshecho (Bogantes, 1997). La cáscara del palmito es un material biodegradable alto en N y materia orgánica, y posee un gran potencial para la fabricación de compost.

El abonamiento orgánico es una práctica utilizada por muchos productores de palmito, especialmente durante el establecimiento del cultivo, época en el que se acostumbra incorporar gallinaza o broza de café en el hoyo de siembra. Esta práctica es de particular importancia en suelos muy ácidos de baja fertilidad, con problemas de erosión y/o compactación, y en suelos con texturas arcillosas.

### Muestreo de suelos

El análisis químico es una técnica aconsejable para el diagnóstico de fertilidad de los suelos dedicados al cultivo del palmito. El muestreo debe hacerse en áreas homogéneas

con respecto al tipo de suelo, pendiente, drenaje, manejo, etc. La muestra debe representar un área entre 2 y 10 has, para disminuir el error por variabilidad del suelo. La muestra debe tomarse a una profundidad de 0 a 20 cm, en la banda de fertilización. En suelos muy ácidos es recomendable tomar también muestras del subsuelo a una profundidad de 20 a 50 cm. La frecuencia de muestreo depende de las características de fertilidad del suelo. Puede ser anual en suelos de fertilidad baja y cada dos o tres años en suelos de fertilidad alta.

Los parámetros más importantes a medirse en el análisis de suelos son: pH, acidez intercambiable, contenidos disponibles de Ca, Mg, K, P, S, Fe, Mn, Cu y Zn. El análisis de materia orgánica y textura es recomendable en suelos que se muestrean por primera vez. En la Tabla 8 se resumen algunas características consideradas óptimas para el palmito y que permiten hacer una interpretación apropiada de los resultados del análisis de suelo.

### Análisis Foliar

El análisis foliar es una herramienta apropiada para el diagnóstico del estado nutricional de la planta que complementa adecuadamente el análisis de suelos. El análisis foliar refleja mejor el estado nutricional de la planta de palmito, e indirectamente también indica el nivel de fertilidad del suelo, por lo tanto, sirve para ajustar los programas de fertilización.

Como norma general, en el muestreo foliar de cultivos, se debe muestrear la hoja que mejor representa el estado nutricional de la planta, que es aquella hoja recién madura, cuyo crecimiento ha terminado, pero que todavía no está en proceso de vejez o senescencia. En el caso del palmito, se sugiere muestrear la tercera hoja de arriba hacia abajo en el estípe cosechero, tomando la sección central de la misma, y descartando el ráquis. Se debe muestrear 15 a 20 hojas, provenientes de igual número de

Continúa en la pág. No. 10

**Tabla 8. Características óptimas de suelo de Pejibaye para Palmito.**

Características*	Valor óptimo
pH (H <sub>2</sub> O)	5.5 – 6.0
Materia orgánica (%)	> 5
Fósforo (mg/L)**	> 10
Calcio (cmol (+) / L)	> 4.0
Magnesio (cmol (+) / L)	> 1.0
Potasio (cmol (+) / L)	> 0.3
Aluminio (cmol (+) / L)	< 1.0
Saturación de Al (%)	< 30
Azufre (mg / L)	> 10
Hierro (mg / L)	10 – 50
Manganeso (mg / L)	5 – 50
Cobre (mg / L)	1 – 10
Zinc (mg / L)	3 – 15
Boro (mg / L)	0.5 - 2

\* **Métodos de análisis:** Ca Mg y Al intercambiable extraíbles con KCI  
P, K y micronutrientes extraíbles con Olsen modificado  
S y B extraíbles con fosfato de calcio.

\*\* mg/L ppm; cmol (+)/L = meq/100 g

# EVALUACION DE LA EFICIENCIA DE LA FERTILIZACION POTASICA EN EL CULTIVO DE PALMA AFRICANA UTILIZANDO $^{85}\text{Rb}$ COMO TRAZADOR

Marcelo Calvache y Magdalena López\*

## Introducción

El potasio (K) es el nutriente más absorbido por el cultivo de palma, exportándose en una cosecha de 25 t de fruta la cantidad de 94 kg de K. Además, la absorción total de la planta (material vegetativo, hojas podadas, racimos, inflorescencias) llega a 250 kg de K/año (Ng, 1972). El K participa en el desarrollo de los tejidos meristemáticos y juega un papel importante en el control del agua en la planta y en los procesos de evapotranspiración. La principal función bioquímica del K es la activación de varios sistemas enzimáticos (Von Uexkull & Fairhurst, 1991).

Experimentos realizados con técnicas convencionales han reportado efectos positivos de la fertilización potásica. Sin embargo, estas respuestas se reflejan a largo plazo y no se puede distinguir en forma clara si el efecto se debe a la absorción del K proveniente del fertilizante o al K nativo del suelo.

El uso de fertilizantes marcados con isótopos es una técnica que evalúa en una forma directa la eficiencia del fertilizante potásico. La ventaja del uso de trazadores del K, como el Rubidio-85 ( $^{85}\text{Rb}$ ), reside en la posibilidad de medir la eficiencia real del fertilizante, en forma independiente de los datos de producción, inclusive cuando todavía no se observan diferencias visibles entre los tratamientos producidas por la aplicación de K.

La Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica (CEEAA) ha venido empleando técnicas isotópicas en estudios de actividad radicular y eficiencia del uso de fertilizantes en árboles frutales (Calvache, 1990). Se consideró que este tipo de estudios eran también necesarios en palma africana en condiciones locales.

Basándose en la hipótesis de que la forma y época de aplicación de K influyen la absorción de este nutriente, se condujo un experimento de campo con los siguientes objetivos:

1. Determinar cual es el sitio de aplicación, alrededor del tronco de la palma, donde se logra mayor eficiencia a la aplicación del fertilizante.
2. Comparar el fraccionamiento de la aplicación de fertilizante con la aplicación convencional de una sola vez al año.

## Materiales y métodos

El trabajo experimental se condujo en la Estación Experimental Santo Domingo del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) ubicada en la Provincia de Pichincha, Parroquia La Concordia. El sitio está localizado a una altitud de 300 msnm a latitud  $0^{\circ} 06' \text{ N}$  y longitud de  $78^{\circ} 20' \text{ W}$ . El sitio presenta una precipitación media anual de 2612 mm, temperatura media anual de  $23^{\circ}\text{C}$  y humedad relativa del 85% (INAMHI-INIAP, La Concordia).

## Experimento de distancia de aplicación

Se utilizaron palmas de 8 años de edad, en las cuales se aplicó cloruro de potasio (KCl) en forma líquida como fuente de K. Este fertilizante estuvo marcado con 10% de átomos en exceso de  $^{85}\text{Rb}$ . El fertilizante se aplicó en bandas de 40 cm ubicadas a 1, 2 y 3 m de distancia del tronco. Se utilizó un diseño completamente al azar con tres repeticiones. La dosis aplicada fue de 500 g de KCl por planta.

Muestras foliares de la hoja 17 fueron tomadas mensualmente para el análisis de K total y del porcentaje de átomos de  $^{85}\text{Rb}$ .

## Experimento de fraccionamiento

Para este experimento se seleccionaron 4 palmas de 5 años de edad en las cuales se estudió el fraccionamiento de K, entre los meses de febrero a abril, utilizando la técnica isotópica del tratamiento simple descrita por Fried et al. (1975).

Los tratamientos utilizados en este experimento se describen en la Tabla 1. La aplicación del fertilizante marcado con  $^{85}\text{Rb}$  se efectuó en forma de solución a 2 m de distancia del tronco de la planta, en la superficie del suelo y en un círculo concéntrico formando una banda de 40 cm. Estudios previos habían determinado que a esta distancia se encontraba la mayor actividad radicular (Calvache, 1987). Antes de la aplicación del

\* Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica, CEEAA. Casilla 2517. Quito, Ecuador: E-mail: calvache@uio.satnet.net.

fertilizante marcado, las plantas fueron podadas hasta dejar 18 hojas por planta. Posteriormente se realizaron muestreos mensuales de la hoja 17 para los análisis de K total y porcentaje de  $^{85}\text{Rb}$  en exceso.

La determinación del K total y de  $^{85}\text{Rb}$  se realizaron por absorción atómica de acuerdo a la metodología citada por López y Calvache (1994). Los cálculos del porcentaje de K proveniente del fertilizante y proveniente del suelo se realizaron de acuerdo al método descrito por Calvache et al. (1991).

## Resultados y discusión

### Experimento de distancias de aplicación

En la Tabla 2 se presentan los valores de K total (%), átomos en exceso de  $^{85}\text{Rb}$  (%) y K proveniente del fertilizante (% de K ppF), valor Ak y relación de absorción de K, en función de las aplicaciones del fertilizante a 1, 2 y 3 m de distancia del tronco. El muestreo se realizó 30 días después de la aplicación. Los resultados indican que un mayor porcentaje de K fue absorbido por las plantas a las cuales se aplicó el fertilizante a 2 m de distancia del tronco. Al comparar los valores de la relación K nativo del suelo y K proveniente del fertilizante, respecto a la tasa del fertilizante aplicado, conocido como valor A (Fried & Dean, 1952, Calvache, 1990), se observa que la aplicación a 2 m es 30% más eficiente que a 1 m.

### Experimento de fraccionamiento de K

En la Tabla 3 se encuentran los resultados del K total (%), átomos en exceso de  $^{85}\text{Rb}$  en la planta (%) y K proveniente del fertilizante (% K ppF), valor Ak y relación de

**Tabla 1. Epocas de aplicación del fertilizante marcado con  $^{85}\text{Rb}$  en palmas de 5 años de edad.**

Tratamientos	Epoca de aplicación del fertilizante marcado con $^{85}\text{Rb}$		
	Mayo	Junio	Julio
T1	500g*		
T2	167g*	167g	167g
T3	167g	167g*	167g
T4	167g	167g	167g*

\* Cloruro de potasio marcado con cloruro de rubidio en 10% de átomos en exceso de  $^{85}\text{Rb}$

**Tabla 2. Potasio total (%), proveniente del fertilizante (% K ppF), valor a Ak y valor relativo de la fertilización en bandas aplicadas a diferentes distancias del tronco en palmas de 8 años.**

Distancia	% K	% K ppF	Valor Ak	Relación de absorción de K
1m	0.93	2.07	23.6	1.0
2m	0.92	2.66	18.3	1.3
3m	0.94	2.56	19.0	1.2

**Tabla 3. Potasio total (% K), proveniente del fertilizante (% K ppF), valor Ak y valor relativo del fertilizante aplicado una sola vez o fraccionado tres veces al año en palmas de 5 años.**

Fertilización	% K	% K ppF	Valor Ak	Relación de absorción de K
Total	0.92	4.82	9.9	1.0
Fraccionada	0.93	7.48	6.2	1.6

absorción de K, en función de las aplicaciones del fertilizante en forma total o fraccionada. Se puede observar que cuando se aplicó el fertilizante en forma fraccionada hubo mayor absorción del K proveniente del fertilizante, lo que indica que la planta pudo absorber K en forma paulatina y que el nutriente estuvo siempre disponible en el suelo.

Los resultados indican que la aplicación fraccionada de K es un 60% más eficiente que cuando se entrega todo el nutriente en una sola aplicación, posiblemente a que se disminuyen las pérdidas por lixiviación.

## Conclusiones

En las condiciones que se condujeron los experimentos se puede concluir que las plantas de palma africana de 8 años absorben más fertilizante potásico cuando se aplican entre 2 y 3 m del tronco y que la aplicación fraccionada del fertilizante potásico es 60% más eficiente. Esta forma de manejo permite una notable economía en el costos de la fertilización potásica.

## Bibliografía

Calvache, M. 1987. Uso de Técnicas Nucleares en el estudio de las causas del amarillamiento de la

- palma africana. En: Seminario sobre el amarillamiento del follaje de la palma africana, causas y posibles soluciones, INIAP, Santo Domingo EESD, Ecuador, 18p.
- Calvache, M. 1991. Evaluación de la actividad radicular de cultivos arbóreos utilizando técnicas isotópicas. Memorias del Seminario sobre Suelos, fertilización y nutrición de cultivo del café. INPOFOS. pp. 112-124.
- Calvache, M., J. Espinosa, J. Córdova, y D. Gangotena. 1991. Disponibilidad de potasio de fuentes no marcadas en un cultivo de papas, usando  $^{85}\text{Rb}$ . Nucleociencias 2:5-11.
- Fried, M., and L.A. Dean. 1952. A Concept concerning the measurement of available soil nutrient. Soil Sci. 73: 263-271.
- Fried, M., R.J. Soper, and H. Broeshart. 1975.  $^{15}\text{N}$ -labeled single-treatment fertility experiments. Agron. J. 67:393-396.
- López, M., y M. Calvache. 1994. Utilización de los isótopos ( $^{15}\text{N}$  y  $^{85}\text{Rb}$ ) en estudios de nutrición mineral de plantas y fertilización de los cultivos agrícolas. En: Memorias del Seminario Unificación de Metodologías de Laboratorio para análisis de suelos, aguas y foliares. INPOFOS, pp. 13-18.
- Ng. S. K. 1972. The oil palm, its culture, manuring and utilization. International Potash Institute, Switzerland, Berne.
- Von Uexkull, H. R. and Fairhurst. T. H. 1991. The oil palm-fertilizing for high yield and quality, International Potash Institute, Bulletin N| 12, Switzerland, Berne.

## Nutrición y fertilización del Pejibaye cont....

**Tabla 9. Parámetros preliminares de interpretación de análisis foliar de Pejibaye para Palmito (Laboratorio de suelos, Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica).**

Nutriente	----- Interpretación del contenido de nutrientes en el tejido -----			
	Deficiente*	Bajo	Suficiente	Alto
N (%)	14	< 2.5	2.5 - 3.5	3.5 - 4
P (%)	0.06	< 0.1	0.1 - 0.3	> 0.3
K (%)	0.5	< 1.0	1 - 2	> 2
Ca (%)	0.15	< 0.4	0.4 - 0.6	> 0.6
Mg (%)	0.2	< 0.25	0.25 - 0.4	> 0.4
S (%)	0.07	< 0.15	0.15 - 0.3	> 0.3
Fe (mg/kg)**	-	< 50	50 - 200	> 200
Mn (mg/kg)	-	< 60	60 - 200	> 200
Cu (mg/kg)	-	< 5	5 - 15	> 15
Zn (mg/kg)	-	< 15	15 - 50	> 50
B (mg/kg)	-	< 10	10 - 40	> 40

\* Valor adaptado de La Torraca et. al. (1984).  
 \*\* mg/kg = ppm

cepas, en un área uniforme, que represente entre 2 y 5 hectáreas. Es preferible hacer el muestreo en horas de la mañana.

No existe una guía oficial de interpretación de análisis foliar en palmito. Sin embargo, con base en la experiencia adquirida en los últimos años en el cultivo del palmito y la información disponible en la literatura, en la Tabla 9 se presentan los

parámetros preliminares de interpretación. Eventualmente esta guía deberá ser mejorada conforme se obtengan resultados de nuevas investigaciones

### Bibliografía

Bogantes, A. 1997. Evaluación de la cáscara de palmito de pejibaye sola y en mezcla para la producción de compost. Ministerio de Agricultura y

Ganadería, Guápiles, Limón (mimeo).

Herrera, W. 1989. Fertilización del pejibaye para palmito. Serie Técnica Pejibaye. Boletín informativo 1(2):5-10.

La Torraca, S., H. Haag, y A. Dechen. 1984. Nutrición mineral de frutíferas tropicales síntomas de carencias nutricionales en Pupuna. Piracicaba. 76(1):53-56.

# UTILIZACION DEL METODO DEL BALANCE DE NITROGENO PARA LA RECOMENDACION DE LA FERTILIZACION NITROGENADA EN MAIZ

Fernando Salvagioti, Hugo M. Pedrol y Julio Castellarín\*

## Introducción

Uno de los objetivos de toda empresa agrícola es el de maximizar la eficiencia de uso de los insumos. En el caso de la fertilización con nitrógeno (N), la premisa es obtener el máximo rendimiento con la aplicación de fertilizantes nitrogenados. Las aplicaciones excesivas de N no son deseables desde el punto de vista económico y ambiental, por lo tanto, las mismas deben adecuarse a las necesidades del cultivo en cada sistema en que este se desarrolla.

Una de las metodologías más aceptadas para cuantificar la dinámica del N en el sistema suelo-planta es la del balance que simula procesos de ganancias, pérdidas y transformaciones del elemento en el sistema. De esta forma se puede determinar la cantidad de fertilizante nitrogenado requerido por el cultivo, de acuerdo a la siguiente ecuación (Meisinger, 1984):

$$N_{\text{fert}} = \frac{N_{\text{cult}} - (N_{\text{min}} * E_1) - (N_{\text{inic}} * E_2)}{E_3}$$

Donde:

- $N_{\text{fert}}$  = Requerimiento de fertilizante nitrogenado
- $N_{\text{cult}}$  = Requerimiento de N del cultivo (kg N absorbido por qq grano)
- $N_{\text{min}}$  = N neto mineralizado durante el ciclo del cultivo
- $N_{\text{inic}}$  = Nitrato ( $\text{NO}_3$ ) disponible a la siembra (0-60 cm)
- $E_1$  = Eficiencia de uso del N mineralizado
- $E_2$  = Eficiencia de uso del N inorgánico inicial
- $E_3$  = Eficiencia de uso del N del fertilizante

El  $N_{\text{cult}}$  está influenciado por las condiciones climáticas y edáficas que tengan lugar en el cada sitio. Para el cálculo de esta variable se usan aquellos tratamientos en donde no se manifiesta consumo de lujo del N

(Melchiori y Papparotti, 1996). El  $N_{\text{inic}}$  es la variable de más fácil cuantificación ya que se puede determinar por métodos convencionales de laboratorio previo a la implantación del cultivo en parcelas sin fertilizar, según la metodología reportada por Schepers y Meisinger (1994):

$$N_{\text{min}} = N_{\text{cult}} + (\text{NO}_3 \text{ a cosecha}) - (\text{NO}_3 \text{ a la siembra} * E_2)$$

$$E_2 = \text{Eficiencia de uso del N inorgánico inicial} = 0.5 \text{ (Meisinger, 1994)}$$

La eficiencia de cada una de estas fracciones de N es diferente, debido a la disponibilidad en el tiempo que tiene cada una de ellas. Así, la eficiencia en el uso del  $N_{\text{inic}}$  puede variar entre 0.4 y 0.6 (Meisinger, 1984), mucho menor que la eficiencia de absorción de  $N_{\text{min}}$  que se encuentra en un rango que va desde 0.6 a 0.85 (Meisinger, 1984) ya que esta fracción del N del suelo es liberada gradualmente durante el ciclo del cultivo. En cuanto a la eficiencia de uso de  $N_{\text{fert}}$  esta variará de acuerdo al sistema de producción (Rice and Smith, 1982), la fuente nitrogenada (García y Fabrizzi, 1998) y la tecnología de aplicación (forma y momento) (Baumer, 1996; García y Fabrizzi, 1998).

En el presente trabajo se ejemplificará, con un caso real, la aplicación de esta metodología para orientar la recomendación de fertilización nitrogenada en maíz.

## Materiales y Métodos

Se evaluó la dinámica del N en una situación real en un lote de maíz en la campaña 1998/99 de un productor agrícola de la zona de influencia de la E. E. A. Oliveros, en la localidad de Monje (Departamento San Jerónimo, Provincia de Santa Fe). Las características del ensayo se describen en la Tabla 1.

Se aplicaron 55 kg de fosfato diamónico (DAP) a la siembra. El sistema de producción cuenta con riego por aspersión y se aplicaron 200 mm de agua durante el ciclo del cultivo. Se realizó una caracterización inicial

\* Investigadores EEA INTA Oliveros. Ruta 11 Km 353 (2206) Oliveros, Santa Fe, Argentina. E-mail: Eoliver@inta.gov.ar

**Tabla 1. Características del ensayo.**

Cultivar	Tipo suelo	Serie	Sistema	Años agricultura	Antecesor
Pioneer 3457	Argudol típico	Maciel	Siembra directa	60	Trigo/Soya

**Tabla 2. Parámetros edáficos.**

Profundidad	NO <sub>3</sub>	P Bray	Materia orgánica	Nt.	pH actual
	(ppm)		(%)		Actual
0-20	100	42	1.94	0.111	5.62
20-40	27	15	1.25	0.09	6.07

**Tabla 3. Precipitaciones registradas.**

Mes	Septiembre			Octubre			Noviembre			Diciembre			Enero			Febrero			
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
Década																			
Precipitaciones (mm)	-	-	-	5	0	20	10	30	-	23	60	30	10	10	37	35	11	-	

del lote antes de la siembra (Tabla 2). La densidad aparente utilizada para los cálculos fue de 1.2 g cm<sup>-3</sup>.

Se determinó la absorción de N en los diferentes tratamientos (fertilizados y sin fertilizar) a través del análisis de N total en tejido (grano y resto de planta) mediante la técnica micro-Kjeldhal, calculando la cantidad de N absorbido mediante la multiplicación de la concentración de este en tejido por la materia seca de cada estructura. De igual manera, se determinó la cantidad de NO<sub>3</sub> en suelo hasta los 60 cm de profundidad a la siembra y a la cosecha.

## Resultados

La distribución de la precipitación en el lote se puede observar en la Tabla 3. El requerimiento de N según la disponibilidad inicial de NO<sub>3</sub> y los objetivos de rendimiento se presenta en la Figura 1. Los demás parámetros fueron los siguientes:

- u El requerimiento interno de N fue de 1.97 kg de nitrógeno por qq de grano producido.
- u La cantidad de N mineralizado estimada en este lote fue de 85 kg por hectárea.
- u La eficiencia de absorción del N mineralizado fue del orden del 72%.

u Se partió de una dotación inicial de N a la siembra de 69 kg ha<sup>-1</sup>.

u La eficiencia de absorción del N inicial disponible se estableció en 50% (Meisinger, 1984).

u Se utilizó una eficiencia en el uso del fertilizante del 65%.

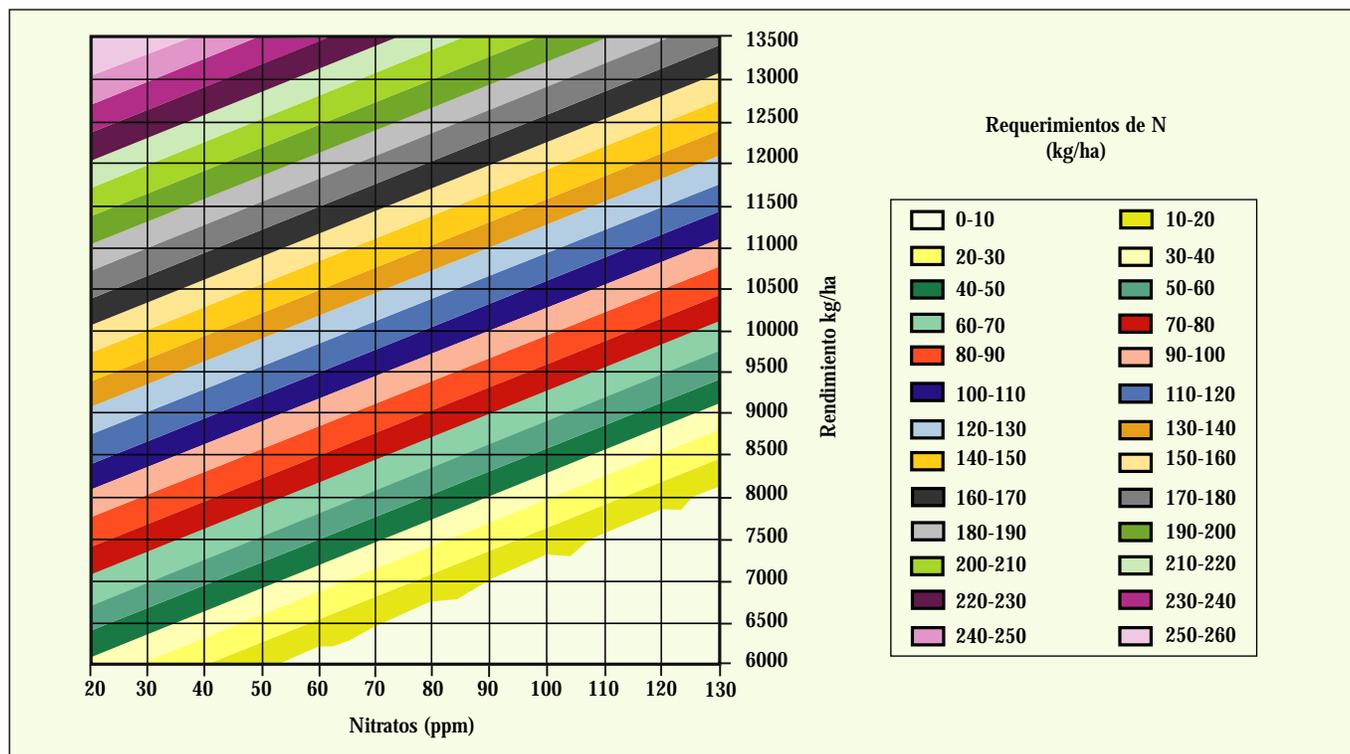
A partir de la información brindada por la Figura 1 se puede concluir que en la situación analizada, es necesaria la aplicación de fertilizante nitrogenado para la obtención de altos rendimientos. Por ejemplo, si se hubiera partido de una situación inicial de 50 ppm de nitratos, se deberían aplicar 100-110 kg de N, para obtener rendimientos cercanos a los 80 qq.

El desarrollo del cálculo sería el siguiente:

$$N_{\text{fertilizante}} = \frac{(1.97 \times 80) - (90 \times 0.93) + (108 \times 0.5)}{0.65}$$

$$N_{\text{fertilizante}} = 30.6 \text{ kg de N/ha}$$

En el ensayo se partió con un contenido inicial de 69 kg de N lo que es equivalente a 64 ppm de NO<sub>3</sub> en los primeros 40 cm de profundidad (Tabla 2). Si se ingresa



**Figura 1. Requerimiento de N según la disponibilidad inicial de  $\text{NO}_3$  y el rendimiento objetivo.**

a la figura del balance con esta cantidad de  $\text{NO}_3$  se observa que para llegar a los 80 qq de rendimiento hubiera sido necesario adicionar entre 80 y 90 kg de N.

El cálculo sería:

$$N_{\text{fertilizante}} = \frac{(1.97 \times 80) - (90 \times 0.93) + (69 \times 0.5)}{0.65}$$

$$N_{\text{fertilizante}} = 60.6 \text{ kg de N/ha}$$

## Conclusiones

- u El balance de N es un método bastante confiable para predecir las necesidades de fertilización de maíz o trigo, ya que integra en su cálculo las relaciones funcionales entre las variables del suelo y los requerimientos del cultivo.
- u Se debe continuar con estudios que afinen la determinación de las diferentes variables del cálculo del balance, especialmente el N mineralizado y el requerimiento interno de N del cultivo, en diferentes sistemas productivos.

## Bibliografía

- Baumer R. 1996. Fertilización y sistemas de laboreo e implantación. Tercer seminario de actualización técnica. Fertilización en cultivos extensivos y forrajeras. Buenos Aires. CPIA-SRA.
- García F. y K. Fabrizzi. 1998. Fertilización de trigo y maíz bajo siembra directa en el SE de Buenos Aires. Boletín Técnico N 150. INTA E. E. A. Balcarce.
- Meisinger, J.J. 1984. Evaluating plant-available nitrogen in soil crops system. In R. D. Hauck (ed) Nitrogen in Crop Production. ASA-CSSA-SSSA. Madison, Wisconsin USA.
- Melchirori R. J. M. y O.F. Papparotti. 1996. Fertilización nitrogenada en maíz: Uso del método del balance. En producción intensiva de maíz. Serie de extensión N 11 INTA E. E. A. Paraná.
- Rice C. y M. Sith. 1982. Denitrification in no-till and plowed soils. Soil Sci. Soc. Am. J. 48:295-297.
- Schepers, J. S. And J.J. Meisinger. 1994. Field indicators of nitrogen mineralization. In J. Havlin y J. Jacobsen (ed). Soil testing: Prospects for improving nutrient recommendations. SSSA Spec. Pub. No. 40 SSSA-ASA. Madison, Wisconsin USA.

## REPORTE DE INVESTIGACION RECIENTE

### CRECIMIENTO DE MUDAS DE ACACIA MANGIUM WILLD EN RESPUESTA A LA APLICACION DE DIFERENTES FUENTES DE FOSFORO

**Daniel, O., A. C. T. Vitorino, A. A. Alovís, L. Mazzochin, A. M. Tokura, E. R. Pinheiro y E. F. Souza de. 1997. Crescimento de mudas de Acacia mangium Willd em resposta a aplicacao de diferentes fontes de fósforo. Revista Arvore, Vicosa, v.21, n.3, p. 323-327.**

Se cultivó *A. Mangium* en un sustrato compuesto de Latossol Rojo Distrófico (50%), arena (50%) y una fertilización básica con N y K. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con 5 tratamientos (testigo, superfosfato triple, roca de Gafsa, roca de Carolina del Norte y roca de Arad) y 5 repeticiones. Cada unidad experimental estuvo compuesta de 6 plantas útiles. Se evaluó la altura de planta, el diámetro de cuello, el crecimiento de la raíz, biomasa aérea (raíces y total) y la relación biomasa de raíces/biomasa de la parte aérea a los 80 días después de la siembra.

Por los resultados obtenidos se concluye que los fosfatos naturales de Gafsa y de Carolina del Norte se equipararon al superfosfato triple en cuanto a crecimiento de plantas, tomando en consideración las variables: altura de planta, diámetro de cuello, crecimiento de las raíces, materia seca de las raíces y la relación biomasa de raíces/biomasa de la parte aérea. A pesar del comportamiento estadístico similar entre las variables citadas, entre los tratamientos de superfosfato triple y de los fosfatos naturales de Gafsa y de Carolina del Norte, el primer tratamiento proporcionó a las plantas un desarrollo más rápido. El fosfato natural de Arad mostró ser la fuente menos eficiente.

### CULTIVO DE FREJOL EN SOLUCION NUTRITIVA EN PROPORCIONES VARIABLES DE AMONIO Y NITRATO

**Vale, F.R., E. M. F. Guazelli, A. E. Furtini Neto y L. A. Fernandes. 1998. Cultivo do feijoeiro em solucao nutritiva sob proporcoes variáveis de amonio e nitrato. R. Bras. Ci. Solo, 22:35-42, 1998.**

Se condujo un experimento en el invernadero del Departamento de Ciencia del Suelo de la Universidad de Lavras, y tuvo como objetivo evaluar la influencia de diferentes proporciones de  $\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$  en el crecimiento, nutrición y eficiencia de la utilización del N en la fase inicial

de crecimiento de 3 cultivares de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.): Rio Tibagi, Eriparsa e Carioca. Se midió la respuesta a  $4 \text{ mmol L}^{-1}$  de N, suplido en las proporciones de  $\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$  de 0:4, 1:3, 2:2, 3:1 y 4:0, en la materia seca de la raíz y en la parte aérea, así como los contenidos de P, S, Ca, Mg, K. Se evaluó además la eficiencia de utilización de N. La relación  $\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$  causó efecto en los cultivares de fréjol. La mayor producción de materia seca se produjo con el suplemento de amonio y nitrato, en igual proporción. Los cultivares Carioca y Rio Tibagi mostraron mayor y menor eficiencia de utilización de N respectivamente cuando predominó el  $\text{NO}_3^-$ , mientras que el suplemento exclusivo de  $\text{NH}_4^+$ , en los cultivares de fréjol estudiados, dio como resultado serios perjuicios al sistema radicular con la consecuente reducción en la absorción de nutrientes, especialmente de calcio.

### RESPUESTA DEL CACAOTERO A LA APLICACION DE N, P y K EN DOS SUELOS DE LA AMAZONIA BRASILEÑA

**Morais, F. I. O. 1998. Respostas do cacauero a aplicacao de N, P e K em dois solos da amazonia brasileira. R. Bras. Ci. Solo 22:63-69.**

El cultivo del cacao de la Amazonía está implantado en suelos eutróficos, con predominio de Tierra Roja Estructurada, y en Latossolos o Podzólicos distróficos, pero se desconocen las limitaciones nutricionales de esos suelos en la fase productiva del cacao. Se determinó la respuesta del cacaotero a la aplicación de N, P y K en dos experimentos instalados en los municipios de Medicilândia, a lo largo de la Rodovia Transamazônica, Benevides, Pará, en suelos de Tierra Roja Estructurada Eutrófica (TR) y Latossol amarillo (LA), respectivamente. Las labores de cacao del híbrido Sca 6 x Be 10 se implementaron después del corte y quema del arbusto primario. Se utilizó como diseño experimental un factorial NPK  $2^3$  con tratamientos adicionales de P. Los resultados obtenidos, en la mitad del período 1987 y 1993 demostraron que el P fue el principal nutriente que limitó la producción, provocando incrementos del rendimiento ( $P < 0.01$ ) de 13.7% ( $110 \text{ kg ha}^{-1}$ ) en los suelos TR y LA, respectivamente. El K también incrementó ( $P < 0.01$ ) el rendimiento de almendras de cacao en el suelo LA, provocando interacciones significativas ( $P < 0.05$ ) entre N x K y P x K en este suelo. La respuesta lineal del cacaotero al P y la disminución de la tasa de infección de escoba de bruja, a la fertilización con N, P y K evidencian la necesidad de nuevas investigaciones para definir la dosis económica de P, de K y el efecto de la interacción de los nutrientes con la enfermedad.

## CURSOS Y SIMPOSIOS

### 1. XVII CONGRESO ARGENTINO DE LA CIENCIA DEL SUELO

**Organiza** : Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo  
**Lugar y Fecha** : Mar del Plata - Argentina, 11 - 14 abril, 2000  
**Información** : Comisión Organizadora Unidad Integrada Balcarce  
 Mar del Plata - Argentina  
 Telf.: 542 266 4220 - Fax.: 541 142 1756  
 E-mail: cacsxvii@balcarce.inta.gov.ar

### 2. XIV REUNION DE LA ASOCIACION PARA LA COOPERACION EN INVESTIGACIONES BANANERAS EN EL CARIBE Y AMERICA TROPICAL

**Organiza** : ACORBAT 2000  
**Lugar y Fecha** : San Juan - Puerto Rico, 31 Julio - 4 Agosto, 2000  
**Información** : Sra. Fátima Ortiz C., Of. de Programas Internacionales  
 Colegio de Ciencias Agrícolas  
 Recinto Universitario de Mayaguez  
 P. O. Box 9030  
 Puerto Rico 00681-9030  
 Fax.: 787 834 3413  
 E-mail: f\_ortiz@rumac.upr.clu.edu

### 3. X CONGRESO COLOMBIANO DE LA CIENCIA DEL SUELO

**Organiza** : SCCS  
**Lugar y Fecha** : Medellín - Colombia, 11 - 13 Octubre, 2000  
**Información** : Dr. Francisco Silva Mojica, Carrera 11 No. 66-34, Of. 601  
 Bogotá - Colombia  
 Telf.: 211 3383 - Fax.:211 3383  
 E-mail: scsuelo@ibm.net

## NUEVO SERVICIO DE INFOFOS

**INFOFOS** ha venido organizando por varios años una biblioteca especializada en nutrición y fertilización de cultivos y áreas relacionadas. Al momento se cuenta con una base de datos con más de 15000 entradas correspondientes a libros, revistas científicas, boletines diversos, artículos científicos sueltos, etc. La información acumulada en esta base de datos está a disposición de todos los lectores de Informaciones Agronómicas. El mecanismo de uso de este servicio es simple, solamente necesita enviar por correo electrónico o fax una lista de las palabras claves de interés para iniciar una búsqueda computarizada en la base de datos. El resultado de la búsqueda, en forma de una lista de los documentos disponibles se enviará de vuelta por los mismos medios. El interesado escogerá el material que le sea de utilidad y solicitará que se le envíen fotocopias por correo. El costo del servicio incluirá el costo de las fotocopias y el costo de envío. El servicio está a disposición en la siguiente dirección de correo electrónico: [ininfos@uio.satnet.net](mailto:ininfos@uio.satnet.net) o al fax 593 246 4104.



## PUBLICACIONES DE INPOFOS

**Las siguientes publicaciones de INPOFOS se encuentran disponibles al siguiente costo**

		US \$
U	<b>NUEVO Acidez y Encalado de los Suelos.</b> Boletín que discute los fundamentos de la acidez del suelo y permite planificar adecuadamente las estrategias de encalado en suelos tropicales.	\$ 8.00
U	<b>NUEVO Estadística en la Investigación del Uso de Fertilizantes.</b> Publicación que presenta conceptos actuales de diseño experimental e interpretación estadística de los datos de investigación de campo en el uso de fertilizantes.	\$ 4.00
U	<b>Manual de Nutrición y Fertilización del Café.</b> Este manual presenta conceptos modernos del manejo de la nutrición y fertilización del café como herramienta para lograr rendimientos altos sostenidos	\$ 20.00
U	<b>Manual Internacional de Fertilidad de Suelos.</b> Publicación didáctica sobre uso y manejo de suelos y fertilizantes con datos y ejemplos de diferentes partes del mundo.	\$ 15.00
U	<b>Síntomas de Deficiencias de Nutrientes y Desórdenes en Palma Aceitera.</b> Guía de bolsillo para técnicos a cargo del manejo de plantaciones que deseen identificar los síntomas de deficiencia en el campo, conocer algo de sus causas y cómo éstas podrían prevenirse o remediarse.	\$ 8.00
U	<b>POTASA: Su Necesidad y Uso en Agricultura Moderna.</b> Esta publicación cubre aspectos como funciones de potasio en las plantas, necesidad, síntomas de deficiencia y el eficiente uso de fertilizantes potásicos.	\$ 4.00
U	<b>Manual de Nutrición y Fertilización del Banano: Una visión práctica de la fertilización.</b> Documento que resalta modernos conceptos de nutrición y fertilización de banano y que permite lograr recomendaciones prácticas sobre dosis de nutrimentos necesarios para lograr altos rendimientos sostenidos de banano.	\$ 20.00
U	<b>Fertilización del Algodón para Rendimientos Altos.</b> Publicación que cubre en forma detallada los requerimientos nutricionales, análisis foliar y de suelos y fertilización del cultivo del algodón.	\$ 5.00
U	<b>Nutrición de la Caña de Azúcar.</b> Este manual de campo es una guía completa para la identificación y corrección de los desórdenes y desbalances nutricionales de la caña de azúcar. El tratamiento completo de la materia y las excelentes ilustraciones hacen de este manual una importante herramienta de trabajo en la producción de caña.	\$ 20.00
U	<b>Nutrición y Fertilización del Maracuyá.</b> Esta publicación contribuye al mejoramiento de la producción de esta pasiflora al entregar a los productores, investigadores y estudiantes una discusión actualizada de la nutrición y fertilización del Maracuyá.	\$ 5.00
U	<b>Conozca y Resuelva los Problemas Nutricionales de los Cultivos.</b> Plegable que describe los síntomas de deficiencia de nutrientes y otros síntomas relacionados con la nutrición de cultivos, como guía para la obtención de rendimientos altos. Disponibles: Maíz y Espárrago.	\$ 0.50
U	<b>Conceptos Agronómicos.</b> Panfletos que describen conceptos agronómicos básicos que ayudan en el manejo eficiente de suelos y nutrientes. Disponible: El Cloro, verdades y mitos.	\$ 0.50

**PEDIDOS DE PUBLICACIONES:** Las publicaciones de INPOFOS pueden ser adquiridas en las siguientes direcciones:

**COLOMBIA:** Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo (SCCS). Carrera 11 No. 66-34, Oficina 601. Telf. y Fax.: 211-3383. E-mail: scsuelo@ibm.net. Bogotá, Colombia.

**COSTA RICA:** Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo (ACCS). Código Postal 2060. Telf.: 224-3712 Fax: 224-9367 E-mail: fbertsch@cariari.ucr.ac.cr. San José, Costa Rica.

**EN OTROS PAISES:** Solicitar las publicaciones a las oficinas de INPOFOS en Quito. Adjuntar cheque girado contra una plaza de los Estados Unidos a nombre del Instituto de la Potasa y el Fósforo (INPOFOS) por el valor de las publicaciones más costo de correo (3.00 US \$ dólares por publicación).