

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 ⁸⁵ 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 pejobaye para palmito.

Epoca	Fuente	Dosis (kg/ha)	----- Nutrientes aplicados, kg/ha -----		
			N	P ₂ O ₅	K ₂ 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 ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	B ₂ O ₃
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, P₂O₅ = 50 y K₂O = 100 kg/ha, respectivamente.

Ciclo*	Fuente	Dosis kg/ha	----- Nutrientes aplicados, kg/ha -----		
			N	P ₂ O ₅	K ₂ 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, P₂O₅ = 50 y K₂O = 150 kg/ha, respectivamente.

Ciclo*	Fuente	Dosis kg/ha	----- Nutrientes aplicados, kg/ha -----		
			N	P ₂ O ₅	K ₂ 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; P₂O₅ = 50 - 100; K₂O = 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, P₂O₅ = 50, K₂O = 75 y MgO = 60 kg/ha, respectivamente.

Ciclo	Fuente	Dosis kg/ha	Nutrientes aplicados, kg/ha					
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	B ₂ O ₃	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, P₂O₅ = 50, K₂O = 150 y MgO = 60 kg/ha, respectivamente.

Ciclo	Fuente	Dosis kg/ha	Nutrientes aplicados, kg/ha					
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	B ₂ O ₃	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 ₂ 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

- 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}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}N -labeled single-treatment fertility experiments. Agron. J. 67:393-396.
- López, M., y M. Calvache. 1994. Utilización de los isótopos (^{15}N y ^{85}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.