

**Boletín
Técnico
No. 37**

Guía general para el muestreo foliar y de suelos en cultivos de palma de aceite

Tercera edición



Fernando Munévar Martínez
Pedro Nel Franco Bautista
Nolver Atanacio Arias Arias



Boletín Técnico No. 37

Guía general para el muestreo foliar y de
suelos en cultivos de palma de aceite
Tercera edición

Autores

Fernando Munévar Martínez
Pedro Nel Franco Bautista
Nolver Atanacio Arias Arias

Centro de Investigación en Palma de Aceite - Cenipalma
Bogotá, diciembre de 2016

Boletín Técnico No. 37

Guía general para el muestreo foliar y de suelos en cultivos de palma de aceite Tercera edición

Convenio Especial de Cooperación No. 0115 de 2016 SENA-Cenipalma

Publicación del Centro de Investigación en Palma de Aceite, Cenipalma, cofinanciada por Fedepalma, Fondo de Fomento Palmero

Autores

Fernando Munévar Martínez
Pedro Nel Franco Bautista
Nolver Atanacio Arias Arias

Coordinación editorial

Yolanda Moreno Muñoz
Esteban Mantilla

Diagramación

Fredy Johan Espitia Ballesteros

Impresión

Javegraf

Primera edición: Mayo de 1998

Segunda edición: Octubre de 2002

Reimpresión: Junio de 2008

Cenipalma

Calle 20 A No. 43 A-50, piso 4
PBX: (57-1) 2086300 Fax: (57-1) 3681152
www.cenipalma.org
Bogotá, D. C., Colombia

Diciembre de 2016

ISBN: 978-958-8360-58-4

Presentación

La nutrición de la palma de aceite representa alrededor del 32 % de los costos variables de producción e incide directamente en la productividad y sanidad del cultivo. Por lo tanto, las decisiones que se tomen sobre esta actividad resultan estratégicas para la sostenibilidad del mismo y en la medida que estas decisiones se tomen con el mayor número de herramientas disponibles, estas serán más oportunas y eficaces.

Las principales herramientas disponibles para formular un programa de manejo nutricional en palma de aceite son: los estudios detallados de suelos, el diseño de Unidades de Manejo Agronómico, UMA, el conocimiento de los materiales genéticos, la estimación de la producción esperada, la determinación de la materia seca foliar de la palma, la toma de muestras para análisis de tejido foliar y de suelos, el seguimiento a síntomas foliares de deficiencias nutricionales, y el cálculo de la eficiencia de las fuentes de nutrientes utilizadas.

Dentro de las herramientas mencionadas, la toma de muestras para el análisis de tejido foliar y de suelos se constituye en una práctica frecuente que permite el seguimiento al efecto de las fuentes de nutrientes y enmiendas sobre el suelo y, en el estado nutricional de las plantas. Sin embargo, la representatividad y confiabilidad de los resultados obtenidos en el muestreo estarán relacionadas con la rigurosidad de los procedimientos desarrollados durante la recolección, preparación y envío de muestras al laboratorio, además del momento oportuno y el sitio adecuado de acuerdo con los objetivos del muestreo.

Cenipalma edita por tercera vez el boletín técnico sobre la toma, preparación de muestras de suelos y tejido foliar con el propósito de coadyuvar a los palmicultores en la adecuada nutrición del cultivo y, a través de ello, al mejoramiento de la producción y el estatus fitosanitario de los cultivos. En esta oportunidad, al boletín se han incorporado y reforzado conceptos sobre el diseño de Unidades de Manejo Agronómico, UMA, los criterios técnicos que justifican aspectos tales como la época de muestreo, la separación de materiales genéticos, la selección del sitio adecuado de muestreo, entre otras.

Esperamos entonces que este boletín técnico continúe siendo una herramienta permanente de consulta e instrumento base para la toma de decisiones sobre el manejo nutricional del cultivo.

JOSÉ IGNACIO SANZ SCOVINO Ph.D.
Director General Cenipalma

Contenido

	Pág.
Introducción	7
El análisis de suelos y su utilidad	9
El análisis de tejido foliar	13
Requisitos para realizar el muestreo de suelos	15
Representatividad de la muestra	15
Época de muestreo	16
Herramientas e implementos para tomar muestras de suelos	17
Sitios para tomar las muestras	17
Profundidad para la toma de las submuestras	20
Procedimiento para realizar el muestreo de suelos	21
Obtención de las muestras	21
Preparación y empaque de las muestras	30
Remisión de las muestras	35
Consideraciones importantes sobre el muestreo de suelos	35
Requisitos para el muestreo foliar	36
Representatividad de la muestra	36
Materiales e implementos para tomar las muestras foliares	38
Época de muestreo	38
Selección de palmas y hojas para el muestreo	39
Procedimiento para obtener submuestras y muestras en el campo	40
Preparación de la muestra	45
Secado de la muestra	51
Empaque de las muestras	53
Remisión de las muestras	53
Comentarios generales	54
Anexo 1. Criterios técnicos para el muestreo foliar y de suelos	55

Anexo 2. Metodología para la caracterización de suelos y diseño de Unidades de Manejo Agronómico, UMA, en cultivos de palma de aceite establecidos en la Zona Central	61
Anexo 3. Formatos para solicitud de análisis foliar y de suelos.....	65
Referencias bibliográficas.....	68

Introducción

La nutrición o fertilización es una práctica de manejo muy importante en el cultivo de la palma de aceite, ya que permite la obtención de potencial del rendimiento de acuerdo con el sitio y material de siembra, la prevención y corrección de deficiencias nutricionales del cultivo; se proporcionan nutrientes para el desarrollo vegetativo y la producción de racimos, se manejan balances nutricionales en el suelo y en la planta, se contribuye al manejo integrado de plagas y enfermedades, y también se prepara al cultivo frente a fenómenos climáticos como la sequía o el exceso de lluvias. La inversión en fertilizantes para la palma representa una importante suma de dinero (alrededor del 35 % de los costos variables para la producción), pero cuando su aplicación se realiza de forma técnica, dicha inversión es altamente rentable.

Las decisiones técnicas sobre nutrición del cultivo se basan en criterios como: análisis de suelos, análisis foliares, requerimientos para desarrollo vegetativo y producción, eficiencia de las fuentes fertilizantes aplicadas, entre otros. Dentro de ellos, los análisis foliares, para el caso de la palma, constituyen una importante herramienta técnica para la toma de decisiones oportunas y apropiadas en cuanto a la nutrición del cultivo.

En el cultivo de la palma de aceite en Colombia ha sido frecuente la elaboración de los programas de fertilización tomando como referencia principalmente los resultados de los análisis foliares y, con menor frecuencia, el uso de los resultados de los análisis de suelos. Sin embargo los productores deben saber que algunos problemas nutricionales solo se pueden diagnosticar y corregir apoyándose en los análisis de suelos, como por ejemplo, aquellos casos donde no hay una buena respuesta a la fertilización por desbalances entre nutrientes en el suelo, antagonismos o toxicidad por elementos químicos como el aluminio. En este sentido, son tan importante los muestreos de suelo como los de tejido foliar, ya que son complementarios.

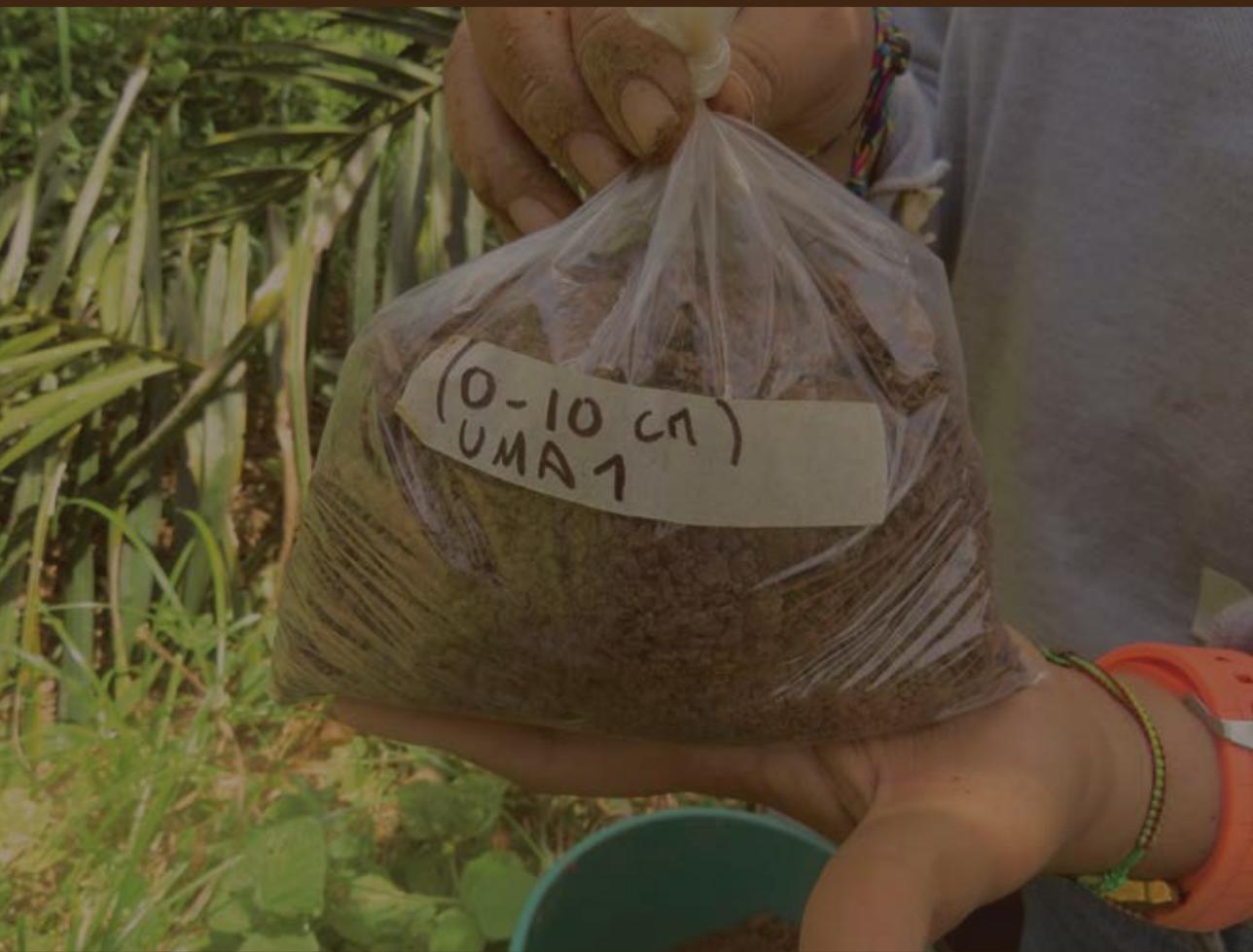
En los cultivos perennes como el de la palma de aceite, la combinación de análisis de suelos y análisis foliares, junto con información climática y otros datos agronómicos (materia seca de la palma, estimativos de producción, eficiencia de la fertilización, entre otros), brindan la información necesaria para tomar decisiones acertadas para la fertilización; por ejemplo, determinar el tipo y cantidad de fuentes fertilizantes, así como las épocas y formas adecuadas para su aplicación.

Esta publicación contiene una guía general sobre los procedimientos para tomar tanto las muestras de suelo como las de tejido foliar, ya que la confiabilidad de los resultados del análisis está relacionada en gran parte, con la calidad del procedimiento de recolección, manejo, preparación y envío de las muestras.

El análisis de suelos y su utilidad



Foto: Archivo Cenipalma.



(0-10 cm)
UMA 1

El análisis de suelos y su utilidad

El análisis de suelos es un procedimiento de laboratorio mediante el cual se determinan la textura y diferentes parámetros químicos relacionados con la fertilidad, por ejemplo, la disponibilidad de los nutrientes que contiene el suelo y el comportamiento de dichos nutrientes o de los fertilizantes que se le apliquen. El análisis químico de suelos está diseñado para extraer los nutrientes disponibles para las plantas en una forma similar a como lo hacen las raíces.

Algunas recomendaciones en cuanto al buen uso de los análisis de suelos, son las siguientes:

- Hacer el primer análisis antes de establecer el cultivo nuevo. Con la información obtenida, el técnico puede hacer las recomendaciones necesarias para mejorar el suelo antes de la siembra, entre ellas, la aplicación de correctivos o enmiendas al suelo para mejorar el desarrollo del cultivo (Figura 1). Es recomendable contar con estudios detallados de suelos (por lo menos escala 1:10.000) que permitan conocer la profundidad efectiva, comportamiento de variables relacionadas con la física del suelo (infiltración, resistencia a la penetración, entre otras).



Figura 1. Terreno con preparación previa a la siembra.

- Cuando se establecen viveros, es recomendable realizar análisis de suelo al sustrato o suelo seleccionado. Así se puede planificar técnicamente el programa de fertilización y evitar posibles deficiencias o excesos de nutrientes, además de disminuir los costos de producción de las plantas.
- Para conocer la fertilidad del suelo, los parámetros frecuentemente solicitados son: textura, acidez intercambiable, (pH), carbono orgánico, aluminio (Al), calcio (Ca), magnesio (Mg), potasio (K), sodio (Na), fósforo (P), azufre (S), boro (B), hierro (Fe), cobre (Cu), manganeso (Mn), zinc (Zn), capacidad de intercambio catiónico (CIC), conductividad eléctrica y materia orgánica.

En la etapa productiva del cultivo hay varios aspectos del manejo nutricional que solo se pueden determinar con el análisis de suelos. Los siguientes son algunos ejemplos:

- Los cambios acumulativos que ocasionan la aplicación de fuentes del suelo, como por ejemplo: acidificación, alcalinización o salinización y el aumento o disminución de algunos elementos.
- Posibles diferencias en la química y física del suelo asociadas con la ubicación de fertilizantes, prácticas culturales y mantenimiento de cobertura vegetal.
- El efecto del uso del suelo en la conservación, aumento o disminución de la materia orgánica.
- La acumulación diferencial de nutrientes en algunos sitios del área cultivada y/o profundidades dentro del perfil, en función de las fuentes de fertilizantes que se usan o los métodos de aplicación.
- La detección de desbalances entre nutrientes del suelo, que afectan la eficiencia de la fertilización y cuyo conocimiento es fundamental para la selección adecuada de las fuentes de fertilizantes.

Los muestreos y análisis de suelo programados en secuencia a través del tiempo son una excelente ayuda para evaluar la efectividad de las enmiendas que se aplican y de las fuentes de nutrientes frecuentes y nuevas en el mercado, las cuales, por carecer de evaluaciones previas, no ofrecen suficiente confianza al cultivador.

El análisis de tejido foliar



Foto: Archivo Cenipalma.



El análisis de tejido foliar

Es un procedimiento de laboratorio que determina la concentración de los elementos químicos esenciales presentes en las hojas de la palma, lo cual es un indicador de su estado nutricional. Los análisis foliares, los de suelos y otros parámetros, ayudan a conocer la fertilidad del suelo, el estado nutricional del cultivo y permiten medir la reacción de la planta con respecto a la aplicación de fuentes fertilizantes (orgánicas e inorgánicas). Para propósitos generales de fertilización, en el caso de los análisis foliares, generalmente se solicitan al laboratorio los siguientes elementos: N, P, K, S, Ca, Mg, B, Cu, Fe, Mn, Zn y Cl. Otros elementos considerados no esenciales, como aluminio, silicio y sodio, se pueden también solicitar si el técnico lo estima conveniente para observar su concentración en la palma.

Requisitos para realizar el muestreo de suelos

Representatividad de la muestra

Una muestra es representativa para el análisis de fertilidad si se compone de varias submuestras tomadas dentro de un área homogénea, es decir que el suelo no presenta variaciones importantes observables a simple vista. Un área con estas características se denomina Unidad de Muestreo de Suelos, UMS. Una vez se establece el cultivo es posible hablar de las llamadas Unidades de Manejo Agronómico, dentro de las cuales además de la similitud en suelos, existe igual material y año de siembra. Es decir, el concepto de una UMS aplica para áreas nuevas que aún no se han establecido con palma de aceite.

Para facilitar el establecimiento de las UMS, lo más indicado es que cada finca o plantación realice un estudio de reconocimiento de suelos (estudio detallado escala 1:10.000), para delimitar las áreas homogéneas. Si no existen estos estudios, los técnicos responsables pueden seleccionar dichas áreas, buscando que sean similares en cuanto a pendiente, drenajes, profundidad, color del suelo (al menos de su capa superficial), antecedentes de uso, manejo, etc. (Figura 2). Para identificar áreas homogéneas de suelo se recomienda seguir el procedimiento descrito en el Anexo 2.

Cada muestra de suelo puede representar entre 10 y 15 hectáreas. Si el suelo es bastante homogéneo, pueden ser más (incluso hasta 60 hectáreas); en caso contrario, se toman menos hectáreas. Si bien las condiciones de suelo pueden ser similares, es necesario considerar que a medida que aumenta el área se incrementa la probabilidad de variaciones climáticas.



Figura 2. Diferencias en color de los suelos.

Una muestra está compuesta por un número aproximado de 15 a 20 submuestras y cada muestra debe representar una UMS. La recomendación general es tomar por lo menos una submuestra por hectárea de la UMS para áreas nuevas o UMA, para cultivos establecidos.

Época de muestreo

El muestreo y análisis de suelos antes de la siembra es uno de los más importantes, pues sus resultados son fundamentales para aplicar los correctivos y fertilizantes requeridos. Esto se debe a que después de sembrado el cultivo, si bien es posible realizar algún tipo de incorporación de las enmiendas, esta labor no es tan fácil de realizar como antes de establecerlo. La justificación de la incorporación de enmiendas puede verse en el Anexo 2. La época de muestreo en cultivos establecidos debe ser recomendada por el asistente técnico; sin embargo, para una campaña de fertilización determinada, las muestras de suelo se toman por lo menos con tres meses de anticipación a la fecha proyectada para la fertilización, tiempo suficiente para permitir:

- Envío de muestras al laboratorio.
- Trabajo de laboratorio: análisis de las muestras de suelos.
- Trabajo técnico: interpretación de los resultados del laboratorio y cálculo de necesidades de fertilizantes y/o correctivos.
- Trabajo del dueño o gerente: cotizaciones, compra de fertilizantes o correctivos y envío de fertilizantes a la finca o plantación.

Respecto a la época del año, el muestreo debe realizarse en épocas con adecuada humedad del suelo; es decir, evitar períodos extremos por sequía o excesos de lluvias. En la época seca aumenta la resistencia del suelo a la penetración y en épocas húmedas en extremo, se dificulta la homogenización de las submuestras.

Por otra parte, es necesario dejar un tiempo desde la última aplicación de fertilizantes o enmiendas, por lo menos de tres meses. Lo anterior para permitir la reacción de las fuentes fertilizantes en el suelo y la posible modificación de las variables deseadas. Es importante tener en cuenta que durante esos tres meses hayan existido condiciones favorables para la reacción de las fuentes, como la disponibilidad de agua en el suelo.

En cultivos de palma de aceite menores de tres años de edad, el análisis de suelos se hace anualmente y, en adelante, cada dos o tres años, según las circunstancias y el criterio del técnico responsable del manejo nutricional del cultivo.

Herramientas e implementos para tomar muestras de suelos

Las herramientas para la toma de muestras de suelos deben estar completamente limpias y verificar que no se hayan utilizado con fertilizantes u otras sustancias que puedan ser contaminantes que puedan alterar los resultados de los análisis. Para tomar muestras de suelo se necesita, palín o pala, baldes, machete, cuchillo de acero inoxidable, bolsas plásticas, cinta de enmascarar, etiquetas y barrenos (opcional) Figura 3. Nota: es recomendable usar palín ya que se facilita la extracción de la muestra por el ángulo recto de la lámina.

Sitios para tomar las muestras

Antes del establecimiento del cultivo:

- Tomar la muestra haciendo un recorrido por el lote en forma de zigzag o cuadrícula hasta cubrir toda el área y coleccionar en total 15 a 20 submuestras por UMS (Figura 4) o lo equivalente a una submuestra por hectárea.



Figura 3. Palín, barreno, balde y machete.



Figura 4. Muestreo para suelos en áreas sin cultivos de palma.

El cultivo menor de dos años:

- Tomar cada muestra en el plato de la palma, es decir, entre el borde del estipe de la palma y no más de 1,5 metros de distancia (Figura 5), o también, en el sitio donde terminan las puntas de las hojas de la palma. Este es el sitio de mayor desarrollo de raíces y donde normalmente se aplican las fuentes fertilizantes.



Figura 5. Sitio seleccionado para muestreo de suelos.

- Tomar las muestras de la UMA cada diez líneas y cada 10 palmas, en cuadrícula. Es recomendable empezar por la línea 3, palma 3 (Figura 6).

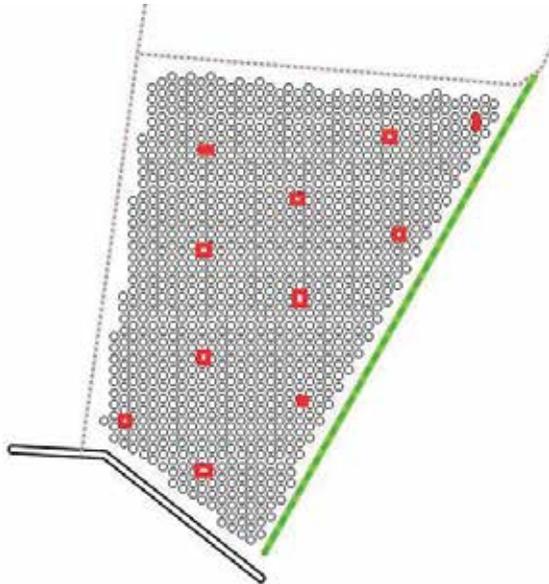


Figura 6. Distribución de palmas a muestrear.

En cultivo mayor de dos años:

Para un cultivo de esta edad debe tenerse la precaución de tomar muestras en:

- Sitio donde se concentra el mayor número de raíces, por ello, es necesario hacer observaciones de campo con el técnico.
- Sitio donde se aplicaron las últimas fuentes fertilizantes y el lugar donde se tiene previsto aplicar la próxima fertilización.
- Con el objeto de conocer mejor el suelo de la finca, es recomendable analizar separadamente muestras tomadas en platos y calles (de cosecha y de palera o no tráfico).

Profundidad para la toma de las submuestras

La profundidad más apropiada para conocer las características del suelo son los primeros 30 centímetros, porque allí se concentra la mayor cantidad de raíces de la palma y es la zona que más fácilmente se afecta cuando se aplican enmiendas o fuentes fertilizantes.

El muestreo más preciso consiste en tomar muestras separadas de cada una de las capas u horizontes que presente el perfil del suelo (Figura 7) por lo menos para las dos capas más superficiales. Si por razones prácticas o económicas lo anterior no es posible, en cada UMS o UMA es necesario tomar una muestra que represente de 0 a 15 centímetros de profundidad y otra de 15 a 30 centímetros.



Figura 7. Capas u horizontes diferenciados por color.

Procedimiento para realizar el muestreo de suelos

Obtención de las muestras:

- a. Dirigirse a la primera UMS o UMA y en seguida a cada uno de los sitios de muestreo para recolectar las submuestras. Es recomendable tener un listado de sitios para muestreo. En cultivos establecidos, la ubicación de la línea y palma para muestreo.
- b. Limpiar la superficie del sitio removiendo los residuos vegetales y la cobertura viva que haya sobre el suelo. Se recomienda hacer esta labor con machete, no con pala o palín ya que puede llegar a removerse parte del horizonte más superficial del suelo (Figura 8).



Figura 8. Sitio limpio para el muestreo de suelos.

- c. Si se usa barreno, realizar el procedimiento anterior, hacer una perforación a la profundidad indicada en cada uno de los sitios de muestreo y colocarla en un balde limpio (Figuras 9, 10, 11 y 12).



Figura 9. Uso de barreno en área previamente limpiada.



Figura 10. Introducción del barreno hasta profundidad deseada.



Figura 11. Retiro del barreno con muestra de suelo.



Figura 12. Depósito de la muestra con barreno en balde.

- d. Repetir el procedimiento a y b, hasta completar el número total de submuestras que conforman la muestra. Lo anterior de acuerdo con el listado para la UMS o UMA.
- e. Si se usa palín o pala, repetir el paso a y luego hacer un hueco en forma de V, cuyo ancho sea el de la herramienta en uso (aproximadamente 25 cm) y su profundidad, la deseada para el muestreo (Figuras 13 y 14).



Figura 13. Perforación con palín para muestreo de suelos.



Figura 14. Selección de cara lateral para muestreo.

- f. Cortar una tajada de suelo, de dos a tres centímetros de espesor, en una de las paredes inclinadas del hueco (Figura 15).



Figura 15. Sección de suelo extraída con palín.

- g. Eliminar los bordes laterales de la tajada de suelo y dejar una faja central de tres a cinco centímetros (Figuras 16 y 17). Es importante no cortar la parte superior de la tajada del suelo.



Figura 16. Corte de extremo 1.



Figura 17. Corte de extremo 2.

- h. Cortar longitudinalmente la muestra de acuerdo con la profundidad seleccionada o mejor aún, con las variaciones de color o textura que indican la diferenciación de horizontes o capas del suelo (Figuras 18 y 19).



Figura 18. Corte de acuerdo con cambios en el suelo.



Figura 19. Diferencias de color entre capas de suelo.

- i. Depositar cada fracción de suelo en baldes independientes (Figuras 20, 21 y 22).
- j. Repetir los pasos d, e y f hasta completar las submuestras con las cuales se conforma una muestra representativa.



Figura 20. Baldes identificados para el muestreo de suelos.



Figura 21. Depósito de submuestra capa superficial.



Figura 22. Depósito de capa subsuperficial en balde.

- k. Repetir todo el procedimiento anterior en cada uno de los puntos seleccionados en áreas nuevas y en las palmas respectivas para cultivos establecidos, y para las UMS o UMA en las que se ha planeado el muestreo en la finca o plantación (Figura 23).



Figura 23. Baldes con submuestras.

Preparación y empaque de las muestras

Cuando todas las submuestras se encuentren dentro del balde, se procede de la siguiente manera:

- Mezclar manual y uniformemente el suelo de cada muestra (Figuras 24 y 25).



Figura 24. Homogenización de muestra, capa superficial.



Figura 25. Homogenización de muestra, capa superficial.

- Extraer las raíces y otros residuos vegetales o animales (Figuras 26 y 27).



Figura 26. Lombrices en suelo muestreado.



Figura 27. Retiro de raíces en muestra de suelo.

- Extraer del balde una cantidad de suelo equivalente a 1,5 kilogramos (aproximadamente tres porciones “manotadas”) (Figura 28).



Figura 28. Suelo homogenizado.

- Dividir la cantidad de suelo extraído en dos porciones iguales. Destinar una como muestra para enviar a laboratorio y la otra para guardar en plantación como contramuestra.
- Empacar las muestras y contramuestras en bolsas de plástico (polietileno), limpias y de un calibre que garantice que no se rompen fácilmente; introducir la etiqueta entre la bolsa original y otra que la recubre (Figuras 29, 30 y 31)



Figura 29. Suelo para muestra.



Figura 30. Muestra de suelo con identificación en campo.



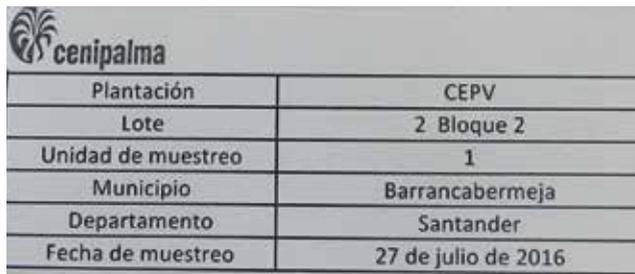
Figura 31. Muestra y contramuestra.

- Es importante que las muestras estén debidamente identificadas en todo momento.

El secado de las muestras es opcional. Si el muestreo se realiza en una época adecuada, el suelo no presentará excesos de humedad y permitirá la mezcla de las submuestras con facilidad. En caso de estar muy húmedas, se debe proceder de la siguiente manera:

- Extender las muestras y contramuestras separadamente sobre una superficie limpia y a la sombra durante uno o dos días.
- Evitar que las muestras permanezcan expuestas al polvo u otros contaminantes.
- No hacer secado artificial de las muestras de suelo.
- En caso de existir “terrones”, destruirlos y homogenizar la muestra para su posterior empaque.
- Mantener la etiqueta de identificación con cada muestra hasta cuando se vuelvan a empacar. Evitar siempre el contacto directo del papel con la muestra. Es recomendable utilizar cinta de enmascarar y adherirla a las bolsas plásticas que contienen las muestras.

Una vez que las muestras se encuentren listas en las bolsas plásticas, deben ser etiquetadas con la información básica de la UMA de la que proceden (Figuras 32, 33 y 34).



 cenipalma	
Plantación	CEPV
Lote	2 Bloque 2
Unidad de muestreo	1
Municipio	Barrancabermeja
Departamento	Santander
Fecha de muestreo	27 de julio de 2016

Figura 32. Etiqueta para muestra.



Figura 33. Muestra etiquetada.



Figura 34. Muestra y contramuestra etiquetadas.

Advertencia: Las contramuestras le sirven como seguridad en caso de pérdida de las originales cuando se envían al laboratorio o cuando se necesita verificar algún resultado inconsistente. Después de recibir los resultados del laboratorio a satisfacción, estas pueden descartarse.

Remisión de las muestras

Las muestras recolectadas en una finca o plantación se remiten en el menor tiempo posible, máximo una semana después de haberlas tomado. Para hacer una remisión, se procede de la siguiente manera:

- Introducir las muestras debidamente etiquetadas en una caja resistente para transportarlas.
- Diligenciar detallada y cuidadosamente el formato de solicitud de servicio (Anexo 3).
- Diligenciar detallada y cuidadosamente el formato para remisión de muestras (Anexo 2).

Consideraciones importantes sobre el muestreo de suelos

No tomar material de submuestras o muestras de suelo en lugares específicos como por ejemplo:

- Próximos a cercas, canales, caminos y vías.
- Parches de mal drenaje.

- Sitios con excrementos de animales.
- Sitios de acumulación de residuos, exceptuando si se ha decidido tomar muestras bajo las paleras.
- Sitios donde se hayan realizado quemas.
- Lugares de acumulación de fertilizantes por deficiencias en su distribución.
- Montículos formados por actividad de hormigas o termitas.

Advertencia: no fumar durante el proceso de muestreo de suelos o foliar, las cenizas podrían contaminar las muestras.

Requisitos para el muestreo foliar

Representatividad de la muestra

Una muestra es representativa cuando sus características reflejan la condición típica de las palmas, ubicadas en el área donde se hace el muestreo (Figuras 35 y 36).



Figura 35. A. Comparación de palma normal y anormal. B. Sitio que muestra el corte de los 4 foliolos.



Figura 36. Palma anormal. No apta para muestreo.

La muestra se toma en áreas de la finca o plantación relativamente uniformes en cuanto a tipos de suelo, topografía, drenaje, material de siembra y edad del cultivo entre otros aspectos. Estas áreas se denominan Unidades de Manejo Agronómico, UMA, y las muestras que de ellas se toman están conformadas por lo menos al equivalente a una submuestra por hectárea.

El tamaño de la UMA y la cantidad de submuestras están determinados por la homogeneidad del suelo, el material y el año de siembra. Si el lote o sector es uniforme pueden tener un área cercana a 60 hectáreas, pero si el sector es muy heterogéneo, se toma un área menor. Lo deseable es que el tamaño de la UMA no sea inferior a 5 o mayor a 60 hectáreas. Áreas pequeñas dificultan el manejo independiente de la cosecha y en áreas mayores ya se pueden presentar variaciones climáticas, especialmente, precipitaciones.

En las UMA, los sitios seleccionados para muestreo foliar son los mismos que se tienen para el muestreo de suelos. Es decir, el listado con la ubicación línea palma es uno solo para cada UMA.

Materiales e implementos para tomar las muestras foliares

Para tomar y preparar las muestras foliares se necesita: mesa, cuchillo malayo, gancho, cuchillo manual o tijeras inoxidables, machete, bandas de caucho, cinta de enmascarar, bolsas grandes (capacidad para 10 kilos), bolsas plásticas (1 kg de capacidad), etiquetas, algodón, agua destilada o potable (preferiblemente embotellada), bandejas de aluminio y horno para el secado de muestras (con termómetro incorporado o externo) (Figura 37).

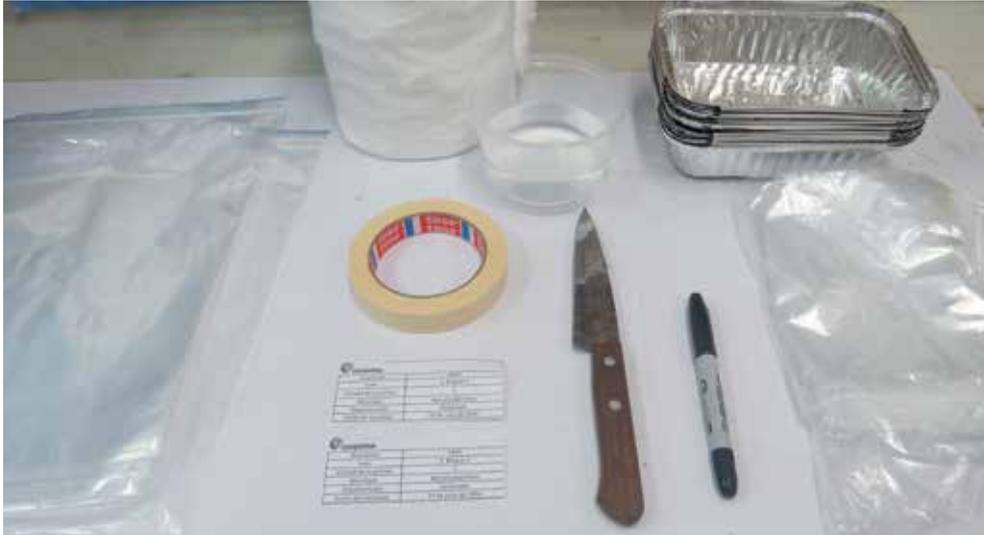


Figura 37. Materiales para el muestreo foliar.

Época de muestreo

Es necesario tener en cuenta las siguientes observaciones:

- Tomar las muestras foliares en la misma época del año y cuando hayan pasado al menos dos meses desde la última aplicación de fuentes fertilizantes.
- Tomar las muestras durante una época intermedia en el comportamiento climático, es decir, no en condiciones extremas de sequía o de exceso de lluvias y entre las 7:00 y 11:00 a.m. En todo caso, antes del mediodía.
- Tomar las muestras cuando las hojas de la palma estén secas. Si llueve durante su recolección, suspender la labor y continuar al día siguiente. Si el día anterior se han presentado precipitaciones superiores a 20 mm, se recomienda posponer la recolección un día.
- Tomar las muestras en cultivos que no presenten encharcamientos.

- Tomar las muestras con tres meses de anticipación a la fecha proyectada para la próxima fertilización, tiempo suficiente para permitir el envío al laboratorio y el análisis de muestras foliares; el trabajo del técnico, interpretación de los resultados del laboratorio y cálculo de necesidades de fertilizantes; y el trabajo del dueño o gerente, cotizaciones, compra de fertilizantes o correctivos y envío de fertilizantes a la finca o plantación.

Selección de palmas y hojas para el muestreo

Las palmas en las cuales se toma cada submuestra deben ser seleccionadas por un técnico competente y se mantienen perfectamente identificadas en el campo y registradas en un plano. Los muestreos foliares y de suelos se realizan en la misma palma, esto permite un mayor control de las operaciones en campo.

La distribución de las palmas de muestreo puede ser simétrica y para ello el sistema más ágil consiste en tomar submuestras cada diez palmas y cada diez líneas, con esto se garantiza por lo menos una submuestra por hectárea.

Es importante durante el muestreo excluir las plantas anormales; si presentan daños en el follaje causados por plagas o una enfermedad, seleccionar otra palma y registrar el cambio. En el caso de deficiencias nutricionales o daños por plagas, si es una situación generalizada en el lote o UMA, no deberían excluirse (Figura 38). También, cuando la palma vecina a la palma seleccionada para muestreo se ha erradicado por alguna razón (rayo, enfermedad o plaga), es necesario cambiar la palma por una que esté completamente rodeada por las palmas del hexágono (Figura 39).



Figura 38. Palma con posibles deficiencias nutricionales.



Figura 39. Palma vecina a palma erradicada, no apta para muestreo.

En palmas adultas (mayores de cuatro años después de la siembra), el muestreo se hace en la hoja número 17. En palmas jóvenes, menores de cuatro años, en la hoja número 9.

Procedimiento para obtener submuestras y muestras en el campo

- Dirigirse a la primera palma seleccionada y, en seguida, a cada una de las palmas previamente marcadas para recolectar las submuestras. Es recomendable que las palmas para muestreo, además de estar listadas en una tabla, se encuentren debidamente identificadas en el campo (Figura 40). Con esto se evitan errores y se facilita el trabajo de muestreo.
- En cada una de dichas palmas, identificar la hoja de muestreo, 9 o 17 según la edad (Figuras 41 y 42).



Figura 40. Identificación de palma para muestreo foliar.



Figura 41. Palma con filotaxia derecha y ubicación de hojas.



Figura 42. Palma con filotaxia izquierda y ubicación de hojas.

- De la parte central de la hoja, tomar cuatro folíolos, dos de cada lado del raquis. Escoger folíolos completamente sanos, sin daños provocados por insectos, enfermedades o por otra causa. Si se observan deficiencias nutricionales aparentes, se pueden seleccionar. Es necesario asegurarse de la selección correcta de la hoja de acuerdo con la filotaxia de la palma. Los contenidos de nutrientes varían de acuerdo con la edad de la hoja. También, con la ubicación de los folíolos en el raquis de la hoja. Es necesario asegurarse de que correspondan al tercio medio de la hoja y que además estén enfrentados (Figuras 43, 44, 45 y 46).
- Repetir el procedimiento anterior en cada una de las palmas de la UMA, hasta completar los folíolos correspondientes al número de palmas listadas para el muestreo (Figura 47). Los folíolos de cada palma se ubican en una sola bolsa plástica. Esto se hace para prevenir cualquier contaminación. No dejar las muestras en contacto directo con el suelo. Además, al ponerlas en bolsas plásticas se disminuye la deshidratación del material y esto facilita su posterior proceso de limpieza.



Figura 43. Sitio donde inicia el tercio medio en la hoja.



Figura 44. Corte de cuatro foliolos en el tercio medio de la hoja.



Figura 45. Sitio de corte de los cuatro foliolos.



Figura 46. Cuatro foliolos sanos seleccionados.



Figura 47. Conjunto de foliolos que representan una UMA.

- Identificar la muestra en el campo con su respectiva etiqueta o cinta de enmascar hasta el final del proceso de preparación, secado y remisión al laboratorio, como se observa en las Figuras 48 y 49.



Figura 48. Identificación en campo.



Figura 49. Identificación de muestra foliar en campo.

- Repetir el procedimiento anterior hasta terminar todas las submuestras de la UMA y continuar con el proceso de preparación de las muestras en las demás UMA que tiene en su finca o plantación.

Preparación de la muestra

- a. Colocar la muestra que llega del campo con su etiqueta sobre una mesa limpia. Es recomendable que la mesa sea de material inerte. Si no es así, colocar un plástico limpio y sobre él, las muestras (Figura 50).
- b. Dividir cada foliolo transversalmente en tres partes iguales (distal, media y basal), para ello se deben utilizar tijeras o cuchillo de acero inoxidable (Figuras 51, 52 y 53).
- c. Tomar el segmento medio de cada foliolo, limpiarlo con algodón humedecido con agua destilada o embotellada y desechar los extremos (Figuras 54 y 55). No es recomendable utilizar agua de pozos, corrientes, acueducto o lluvias. Tampoco,

sumergir los folíolos en agua directamente o usar agua acidulada para baterías de vehículos. Además de riesgo de contaminación, los operarios pueden sufrir lesiones en dedos y manos.



Figura 50. Folíolos, materiales y sitio para preparación de la muestra foliar.



Figura 51. Corte de extremo distal del foliolo.



Figura 52. Corte del ápice del foliolo.



Figura 53. Foliolo con tres fracciones.



Figura 54. Limpieza del envés del foliolo.



Figura 55. Limpieza del haz del foliolo.

- d. Retirar y eliminar manualmente los bordes y la nervadura central de cada segmento (Figuras 56 y 57).



Figura 56. Eliminación de bordes del foliolo.



Figura 57. Eliminación de la nervadura central del foliolo.

- e. Así, cada segmento original se divide en dos partes (A y B). La parte A de todos los foliolos se colocan juntas y constituyen la muestra que se envía al laboratorio, mientras que la parte B sirve para constituir el duplicado o contramuestra que se almacena en la plantación (Figura 58).
- f. Mantener cada grupo A y B con su respectiva etiqueta, ya sea muestra o contramuestra, hasta el final del procedimiento (Figura 59).



Figura 58. Segmentos A y B del foliolo.



Figura 59. Ubicación de fragmentos de foliolo en bandejas de aluminio debidamente identificadas.

- g. Repetir los pasos a hasta f para cada una de las muestras obtenidas en campo (Figura 60).

En esta etapa del proceso se tiene cada muestra con su respectivo duplicado o contramuestra y con la información de la etiqueta original.



Figura 60. Disposición final de fragmentos de foliolo A y B en bandejas de aluminio.

Secado de la muestra

- a. Es necesario hacer el secado de las muestras dentro de las 24 horas siguientes al momento de tomarlas en el campo.
- b. Utilizar bandejas de aluminio y no formar capas gruesas con los folíolos para conseguir un secado uniforme.
- c. Secar las muestras en hornos o estufas adaptadas para ello, a una temperatura de 70 a 80 °C durante un periodo de cuatro a cinco horas, o hasta cuando los segmentos foliares adquieran un color gris y aspecto quebradizo (Figura 61).

- d. El horno de secado debe tener un regulador de temperatura y/o un termómetro externo, pues el exceso de calor daña las muestras y altera los resultados (Figura 62).
- e. Secar separadamente las muestras y las contramuestras, así se evita perder una muestra completa en caso de accidente, lo cual haría repetir el proceso desde la toma de la misma en el campo.

Si no se cuenta con un horno, se pueden enviar las muestras húmedas, siempre y cuando no pasen más de 72 horas entre la toma y su llegada al laboratorio. Otra opción es secar las muestras al aire libre, sin someterlas a la radiación directa del sol, durante dos días.



Figura 61. Muestras foliales secas.



Figura 62. Horno para secado y disposición de las muestras.

Empaque de las muestras

- Después del secado. Empacar las muestras en bolsas de plástico, junto con la etiqueta que la acompañó en todo el proceso de preparación.
- No utilizar bolsa de papel, pues está comprobado que algunos tipos de papel contaminan las muestras con boro.

Es necesario mantener la etiqueta de cada muestra hasta el final del proceso (Figura 63).



Figura 63. Muestras foliares empacadas y listas para envío al laboratorio.

Remisión de las muestras

Se recomienda remitir las muestras recolectadas en una finca o plantación máximo una semana después de haberlas tomado. Para hacer una remisión se debe proceder de la siguiente manera:

- Diligenciar detallada y cuidadosamente el formato de solicitud de servicio (Anexo 3. Forma IM-F2-LAFS/5).
- Diligenciar detallada y cuidadosamente el formato para remisión de muestras (Hojas 2 y 3 del Anexo 3).
- Introducir las muestras debidamente etiquetadas en una caja resistente para transportarlas.
- Verificar rigurosamente su contenido, luego cerrarlo herméticamente para remitirlo al laboratorio, preferiblemente por vía aérea.

En forma paralela y con el mismo procedimiento, se empacan y rotulan las contramuestras, que se conservan en la finca o plantación hasta cuando lleguen los resultados del laboratorio. Esto es una medida de seguridad en caso que se pierdan las muestras antes de llegar a su destino. Una vez recibidos los resultados del laboratorio a satisfacción, se procede a desechar las contramuestras.

Comentarios generales

En general, los laboratorios especializados realizan los análisis foliares y de suelos a las muestras que reciben de sus usuarios y garantizan la calidad de dichos análisis. Sin embargo, para que los resultados sean útiles, no solo se requiere hacer buenos análisis en el laboratorio, sino que las muestras hayan sido tomadas correctamente, lo cual es responsabilidad del solicitante del servicio. Por lo anterior, los procedimientos para tomar las muestras se deben seguir de manera estricta por parte del personal capacitado para tal actividad, y también, se requiere el acompañamiento de los asistentes técnicos de cada productor.

Anexo 1. Criterios técnicos para el muestreo foliar y de suelos

A continuación se resumen algunos estudios relacionados con los criterios técnicos que se usan para el muestreo foliar y de suelos en cultivos establecidos para palma de aceite. El objetivo de este documento es soportar la toma de decisiones y dar respuesta rápida a posibles interrogantes surgidos al momento de tomar las muestras. También se presentan factores relacionados con el suelo y clima.

Sobre el muestreo de suelos, Nelson (2015) concluyó que, en primer lugar, es necesario tener en cuenta que el método de muestreo implica tomar muchas muestras a lo largo de un transecto que cruce de cuatro a seis líneas y combinándolas en una sola muestra. Lo anterior tiene en cuenta la variabilidad y sugiere llevar a cabo este muestreo cada 5 a 10 años sobre el mismo transecto. El número de transectos se define de acuerdo con el tamaño y homogeneidad de la UMA y siempre en la misma posición.

Es importante tener en cuenta que en cultivos establecidos se registran variaciones de los contenidos de nutrientes y otras variables edáficas en función del sitio de muestreo: plato, calle de palera y calle de cosecha. Estos cambios se asocian con las prácticas de manejo nutricional, labores del cultivo, el tipo de cobertura y la extracción de nutrientes por la palma. De acuerdo con Ng. *et al.* (1993), se reportan aumentos en cero quemas. Cambios positivos en los contenidos de P y K atribuibles a los fertilizantes aportados. En Ultisoles el suelo puede ser mejorado a través del manejo de la fertilización en palma de aceite. Para el pH encontraron tendencia a la disminución luego de 11 años de seguimiento (Figuras 1 y 2).

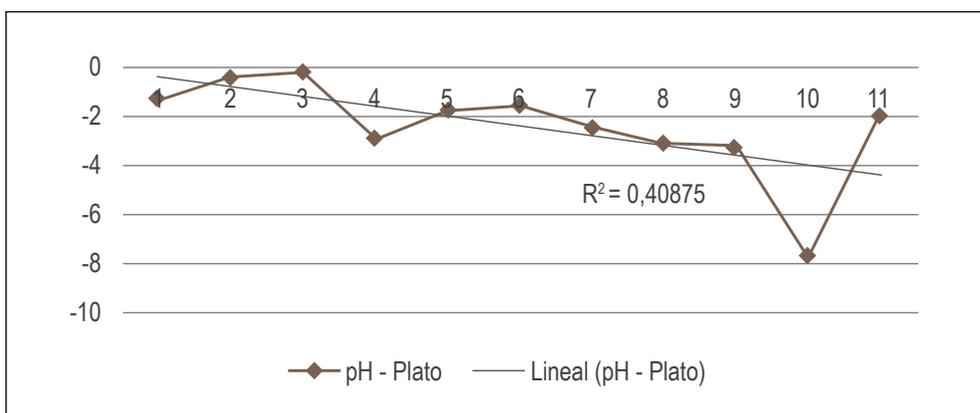


Figura 1. Comportamiento del pH para 11 años de observación en suelos cultivados con palma de aceite.

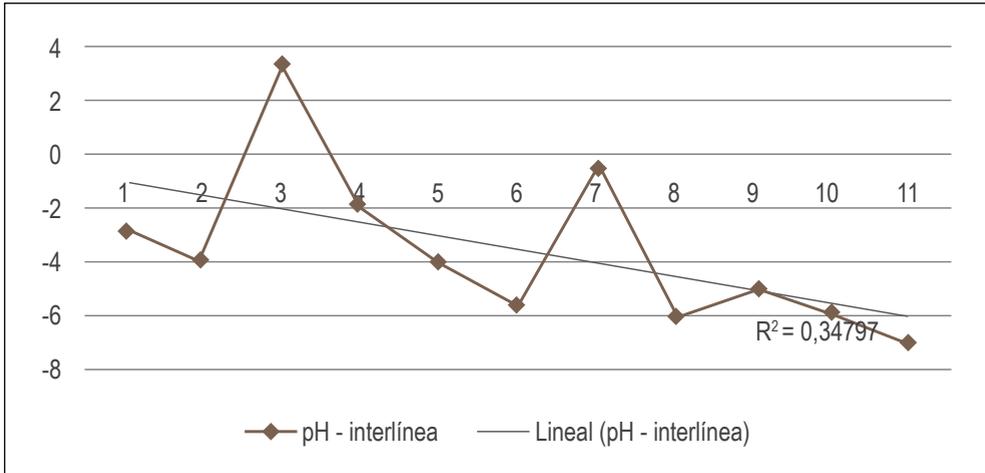


Figura 2. Variación del pH de acuerdo con diferentes años de muestreo.

Si bien en los sitios de muestreo se presenta tendencia a la baja en los valores de pH, el descenso es mayor en la zona del plato. Fluctuaciones positivas y negativas están ligadas a las aplicaciones de fuentes de nutrientes y su reacción en el suelo.

En un estudio adelantado por Arias y Munévar (2004), en la Zona Central palmera de Colombia, encontraron resultados similares a lo reportado en Malasia con relación a los sitios de muestreo en el cultivo. Al comparar plato, calle y palera (Figura 3), los valores de pH menores correspondieron al plato, mientras que en general fueron similares para calle y palera.

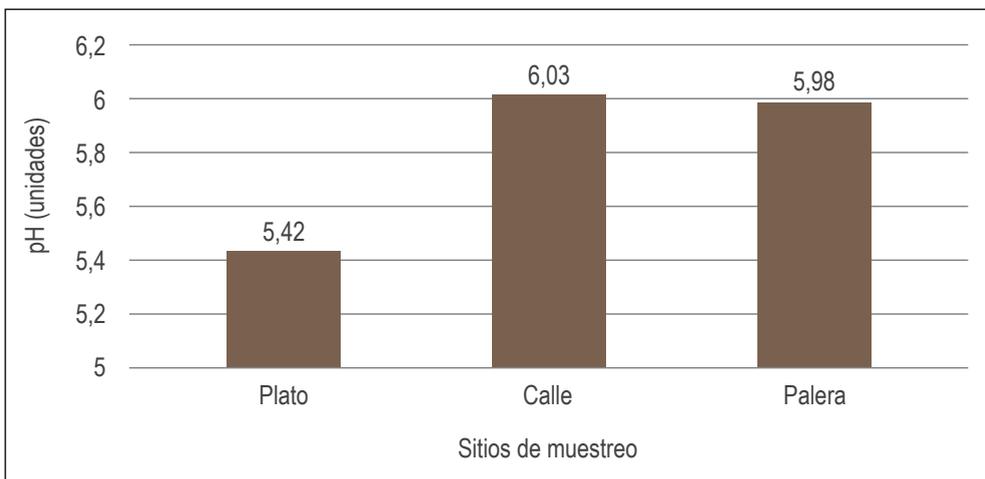


Figura 3. Valores de pH para tres sitios de muestreo en cultivos de palma de aceite en la Zona Central.

Con respecto al calcio (Figura 4), los valores más altos corresponden a la calle de palera, sitio que para el conjunto del cultivo refleja las condiciones de la fertilidad natural del suelo y recibe el aporte de nutrientes de residuos como las hojas y el raquis. Los menores contenidos en el plato son atribuibles especialmente a la demanda de nutrientes por la palma y al mayor efecto de factores relacionados con la pérdida de nutrientes como la escorrentía.

Con respecto al magnesio (Figura 5), el comportamiento es similar al calcio. Menores contenidos en el plato y mayores en la palera.

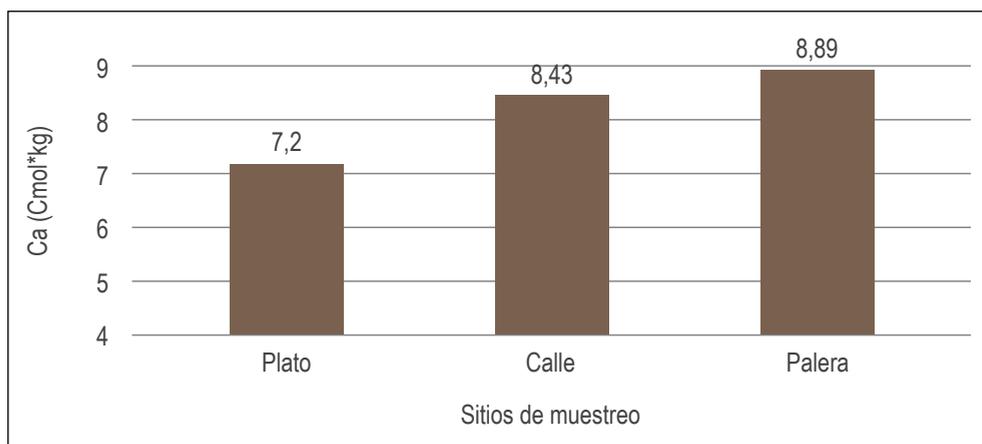


Figura 4. Valores de calcio para tres sitios de muestreo en cultivos de palma de aceite en la Zona Central.

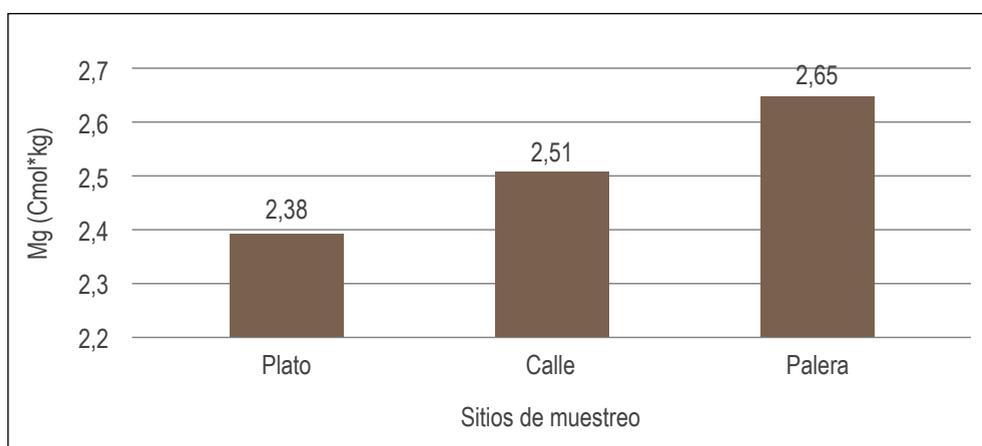


Figura 5. Valores de magnesio para tres sitios de muestreo.

A diferencia de lo registrado para el Ca, Mg y el pH, los valores de azufre son más altos para la zona del plato (Figura 6). Los aportes realizados a través de las fuentes fertilizantes explican este comportamiento, especialmente, el aporte continuado de sulfato de magnesio.

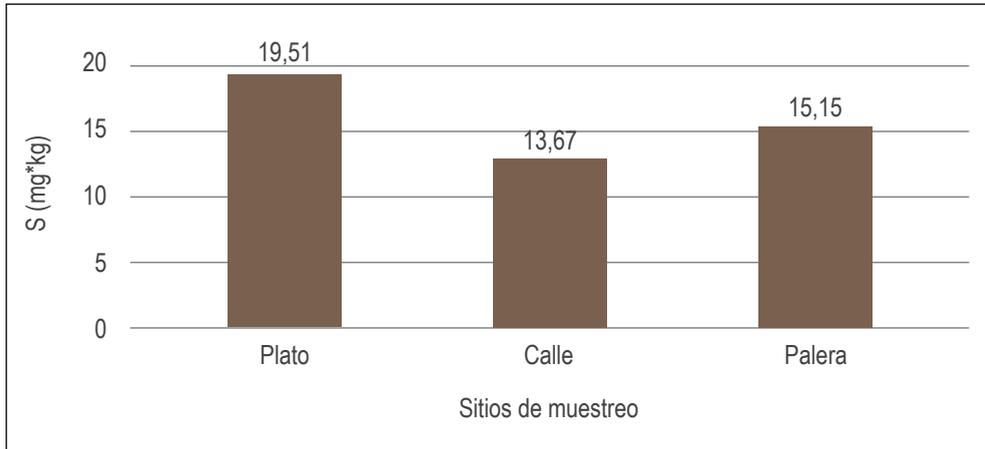


Figura 6. Valores de azufre para tres sitios de muestreo.

En el caso de la Zona Central los muestreos fueron realizados en posiciones geomorfológicas similares, es decir, que los cambios registrados son atribuibles a las prácticas de manejo del cultivo y la cantidad y tipo de cobertura que ello genera y su impacto en variables químicas, biológicas y físicas.

Además, se ha registrado el cambio en la concentración de nutrientes y otras variables edáficas cuando se realiza el muestreo en posiciones geomorfológicas diferentes. Thomson (2006) evaluó la variabilidad espacial de la fertilidad de los suelos, su influencia en la producción en parcelas ubicadas en posiciones topográficas diferentes y concluyó que el manejo de zona, de acuerdo con la topografía, parece apropiado para el manejo de la fertilidad.

Para el caso del pH (Figura 7), los valores más altos se registran en la posición topográfica más baja. Estos tienen que ver con los procesos de acumulación y las menores pérdidas que se suceden en esta posición con respecto al talud y a la cima. De igual forma, los valores más altos de calcio (Figura 8) se registran para la posición topográfica más baja.

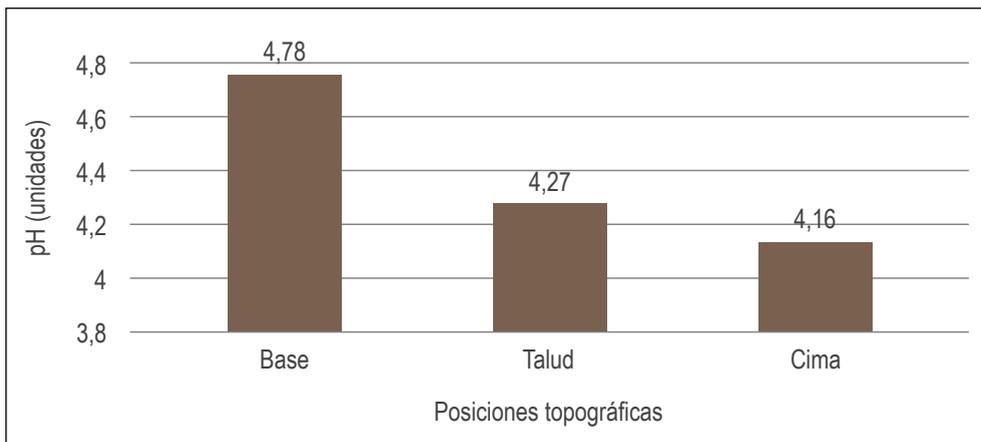


Figura 7. Valores de pH para tres posiciones topográficas.

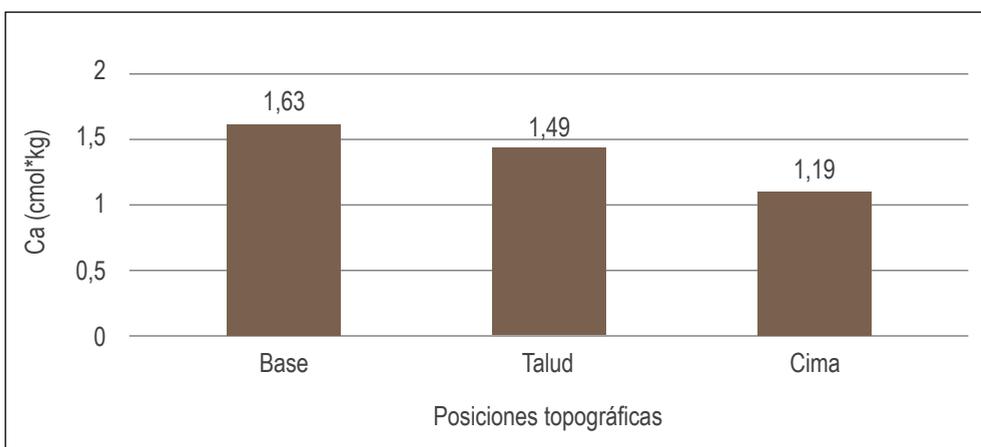


Figura 8. Valores de calcio para tres posiciones topográficas.

Las variables que mostraron una estructura espacial definida, igualmente registraron diferencias marcadas en la intensidad de muestreo requerida para estimar valores medios confiables. El manejo específico por sitio es un enfoque adecuado con la variabilidad. Congruente con lo registrado en el suelo, los valores más altos de calcio foliar (Figura 9), se presentan para la base de la colina y muestran cómo el nutriente detectado como disponible en el suelo aparece también disponible en el tejido foliar.

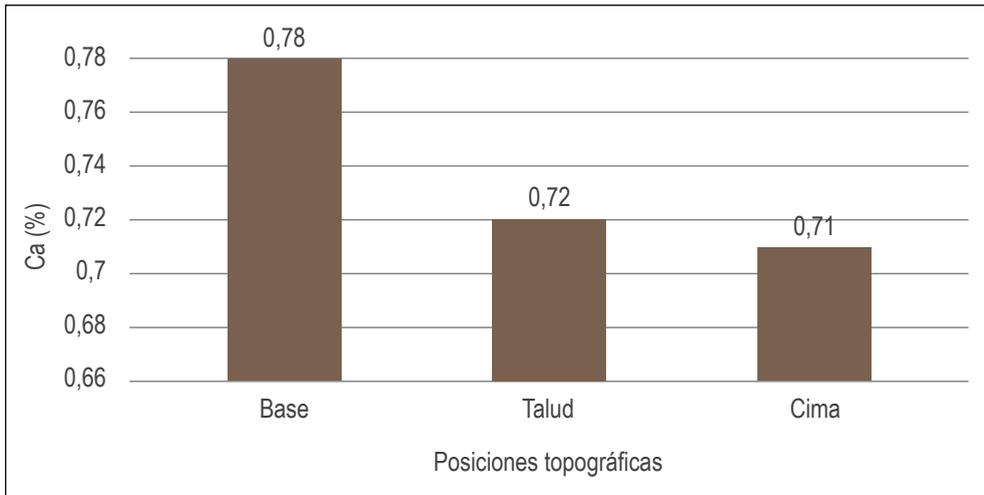


Figura 9. Valores de calcio foliar para palmas establecidas en tres posiciones topográficas.

Con los estudios mostrados anteriormente es posible visualizar el efecto que tienen las posiciones topográficas y las prácticas de manejo sobre las variables edáficas y estas, a su vez, sobre los contenidos de las palmas establecidas. Al momento de diseñar las Unidades de Manejo Agronómico, UMA, y la posterior decisión sobre los puntos de muestreo, es necesario verificar que estos puntos se hallen en una misma posición topográfica, ya que de ella dependerá el estado de la fertilidad del suelo en primera instancia.

En segundo lugar, es necesario tener en cuenta que las prácticas de manejo influyen en la variabilidad de los suelos, especialmente en cultivos adultos. Es conveniente no mezclar diferentes sitios y tener claridad sobre el lugar seleccionado y el seguimiento que se pretende desarrollar. Las calles de no tráfico en general reflejan las condiciones de la fertilidad natural del suelo y son un buen sitio para la toma de decisiones con respecto a enmiendas y encalamiento. Por el contrario, si lo que se muestrea es con fines de nutrición del cultivo, la escogencia de sitio habitual de aplicación de fuentes fertilizantes será el más indicado.

Anexo 2. Metodología para la caracterización de suelos y diseño de Unidades de Manejo Agronómico, UMA, en cultivos de palma de aceite establecidos en la Zona Central

Teniendo en cuenta que el suelo es una variable de gran importancia en el manejo de la nutrición de cultivos, se hace necesario conocer los diferentes tipos de suelos en los cuales se establece la palma de aceite ya que el estado nutricional de las plantas en general varía de acuerdo con las propiedades físicas y químicas del sustrato donde se encuentran establecidas. La presente metodología se ha diseñado para cultivos establecidos, pues la gran mayoría de los cultivos existentes no poseen estudios de suelos y se basa en el estudio de las propiedades físicas de los suelos, identificando en campo las características físicas más relevantes de los dos primeros horizontes de suelo, teniendo como punto de referencia permanente la identificación de las palmas ya establecidas. Se busca entonces identificar grandes grupos de suelo, con características bastante disímiles y, una vez identificados estos grupos, definir las correspondientes unidades de manejo agronómico y los respectivos programas de manejo de la nutrición acorde con estos grupos de suelo, todo ello en un claro acercamiento a la denominada “agricultura de manejo por sitio específico” conducente al desarrollo de agricultura económicamente viable, ambientalmente sostenible y socialmente aceptable.

Según (Munévar *et al.*, 1998), la fertilización es una práctica de manejo muy importante en el cultivo de la palma de aceite, ya que con ella se corrigen las deficiencias nutricionales del cultivo y se proporcionan nutrientes necesarios para la producción de aceite y, además, la inversión en fertilizantes para la palma representa más del 30 % de los costos variables en el manejo del cultivo. Esta inversión amerita que se tomen todas las precauciones técnicas para que el dinero que se está invirtiendo, se vea reflejado en la productividad del cultivo (Munévar *et al.*, 1998).

Los análisis foliares son una de las ayudas de mayor utilidad y constituyen una base fundamental en el conocimiento del estado nutricional de las palmas. A pesar de esto, los niveles óptimos con que se cuenta para comparar los análisis foliares han sido establecidos para algunos países de África y Malasia, pero no para Colombia (Hartley, 1983, y Boss Hart *et al.*, 1989, citados por Acosta, 1996).

En Colombia, los análisis de suelos no han sido tan ampliamente utilizados como los análisis foliares y, con algunas pocas excepciones, se utilizan solo en casos especiales cuando se presenta algún problema específico (Acosta, 1996).

El resultado esperado del estudio fue identificar grupos de suelo, con características bastante disímiles y, una vez identificados estos grupos, definir y delimitar en el campo las correspondientes UMA.

Estas son una fracción de un lote, el lote o un conjunto de lotes con un mismo tipo de suelo; por lo tanto, en dichas unidades se diseñan programas de manejo nutricional específicos y acordes a las características típicas de los diferentes grupos de suelo. Con esta metodología se busca identificar las variaciones registradas en los suelos y además, conducir al desarrollo de agricultura económicamente viable, ambientalmente sostenible y socialmente aceptable.

1. Objetivo:

Establecer las variaciones físicas y químicas que registran los suelos y, de acuerdo con esto, definir las unidades de manejo agronómico con sus correspondientes criterios de manejo de nutrición y sanidad vegetal.

2. Materiales requeridos:

- a. Mapa con localización de palmas para cada lote
- b. Planilla de campo para registro de muestras
- c. Bolsas plásticas
- d. Cinta de enmascarar
- e. Barreno y palín
- f. Cámara fotográfica

3. Metodología:

3.1. Se basa en el cateo de suelos cada cinco palmas y cada cinco líneas, realizando los siguientes pasos:

- a. Registre en el formato respectivo, el número de palma y línea correspondiente.

- b. Entre el plato de la palma y la calle de cosecha y, con la ayuda de un barreno o palín, excave el primer horizonte del suelo hasta encontrar el segundo horizonte y registre: profundidad del primer horizonte, color, textura, estructura, presencia de gravas o elementos gruesos.
- c. Tome una muestra de suelo del primer horizonte, aproximadamente 200 gramos y deposítelo en una bolsa plástica. Etiquete la muestra con cinta de enmascarar e inscriba: Lote, número de palma y número de línea.
- d. Del segundo horizonte de suelo registre: color, textura, estructura, presencia de gravas o elementos gruesos y tome una muestra de acuerdo al proceso anteriormente descrito.

3.2. Desplácese hasta el siguiente punto de muestreo y repita los puntos A y B. Si observa diferencias en algunas de las variables registradas, repita los puntos C y D del numeral anterior.

3.3. Continúe su recorrido y cada vez que encuentre diferencias en las características del suelo tome las respectivas muestras. Al terminar de muestrear un lote usted debe tener tantas muestras de suelo como variaciones sucesivas haya encontrado.

Observación: Las diferencias en las características de los suelos se evalúan con referencia al último punto muestreado. Es decir, se compara con la última muestra tomada y se puede dar el caso que un mismo tipo de suelo se repita.

4. Trabajo de oficina:

- a. Reúna las muestras de suelo recolectadas en campo.
- b. Ubique primer y segundo horizonte, tratando de imitar la disposición natural en campo.
- c. Teniendo en cuenta que las tonalidades negras y grises se relacionan con suelos de zonas bajas y los colores rojos y amarillos se relacionan con zonas bien drenadas, ordene las muestras de suelo de acuerdo a esta diferenciación; es decir, ordene los suelos de los mejor drenados hasta aquellos que podrían presentar problemas de drenaje.
- d. Teniendo las muestras ordenadas, determine cuántos grupos de suelo se pueden tener en el lote. Para la posterior descripción de los suelos es necesario contar con el registro fotográfico de los grupos de suelo obtenidos y para el lote de estudio.

- e. Sobre los mapas de localización de palmas, una los puntos homogéneos y determine de acuerdo al número de palmas, el área del lote correspondiente a cada grupo de suelos.

5. Definición de unidades de manejo agronómico:

Cuando las áreas de grupos de suelo superan una hectárea, es necesario considerarlas como unidades de manejo diferente. Con este criterio proceda a identificar el número de palma y línea que se tomará como unidad de muestreo para cada tipo de suelos. Registre en el respectivo formato.

Anexo 3. Formatos para solicitud de análisis foliar y de suelos

		SOLICITUD DE ANÁLISIS Clientes nacionales e internacionales Laboratorio de Análisis Foliar y de Suelos - LAFS		IM-F2-LAFS/5 Página 1 de 3
INFORMACIÓN PARA FACTURACIÓN				
Empresa o persona a quien debe expedirse la factura:				
NIT o C.C.:			Email:	
Dirección:		Ciudad:	Teléfono:	
Persona a contactar para facturación:			Teléfono:	
INFORMACIÓN DEL RESPONSABLE TÉCNICO DE LA PLANTACIÓN (para verificar información del muestreo)				
Persona a contactar:			Cargo:	
Email:			Teléfono:	
INFORMACIÓN DEL CULTIVO Y/O PLANTACIÓN				
Finca/Plantación:			Tipo de cultivo:	
Municipio:			Departamento:	
TIPO DE ANÁLISIS A SOLICITAR:				
Por favor seleccionar el tipo de análisis que desea solicitar y el número de muestras correspondiente a cada análisis. Puede solicitar análisis foliar, suelos y otros en el mismo formato.				
Clase de Muestra	Cantidad	Tipo de Análisis	*Parámetros a analizar	
FOLIAR		Completo	N, P, K, Ca, Mg, B, Fe, Cu, Mn, Zn, Cl, S	
		Básico	N, P, K, Ca, Mg, B, Fe, Cu, Mn, Zn	
		Principal	N, P, K, Ca, Mg, B	
		Silicio	Si	
		Aluminio	Al	
TOTAL MUESTRAS				
SUELOS		Completo	pH, CE, Acidez, Al, CIC, K, Mg, Ca, Na, P, Textura, MO, S, B, Fe, Cu, Mn, Zn	
		Básico	pH, CE, Acidez, Al, CIC, K, Mg, Ca, Na, P, Textura, MO	
		Principal	pH, CE, Acidez, Al, CIC, K, Mg, Ca, Na, P	
		Silicio	Si	
		Densidades	Aparente, Real y Porosidad Total (Se requiere la muestra recolectada en cilindro, con sus medidas, o con terrones de suelo)	
	Bases Solubles	Ca, Mg, K, Na solubles (Se requiere mínimo 500 g de suelo)		
TOTAL MUESTRAS				
OTROS		Compost		
		Lodo		
		Pruebas de Reactividad de Enmiendas		
		Agua para Riego	pH, CE, Ca, Mg, K, Na, RAS (Se requiere como mínimo 250 ml en botella de plástico o vidrio)	
TOTAL MUESTRAS				
*Convenciones de parámetros a analizar: Nitrógeno (N), Fosforo (P), Potasio (K), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Boro (B), Hierro(Fe), Cobre (Cu), Manganeseo (Mn), Zinc (Zn), Cloro (Cl), Azufre (S), Conductividad Eléctrica (CE), Aluminio (Al), Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC), Materia Orgánica (MO), Relación de Adsorción de Sodio (RAS), Silicio (Si).				
Fecha de envío de las muestras:			Fecha de muestreo:	
Observaciones:				

Diligencie en su totalidad estos campos, son importantes al momento de requerirse verificar información del servicio.

Por favor diligenciar la relación de muestras: página 2 y 3 del formato.

Estos parámetros se pueden analizar de manera individual para cada clase de muestra

En TOTAL MUESTRAS Registre el número total de muestras que envía, para cada tipo de análisis y clase de muestras para análisis

Seleccione el o los tipos de análisis que requiere, verificando los parámetros que aplican en cada caso.

Si requiere enviar información adicional, por favor regístrela en observaciones

Esta información la diligencia el laboratorio

No. Ingreso:

		SOLICITUD DE ANÁLISIS Clientes nacionales e internacionales Laboratorio de Análisis Foliar y de Suelos - LAFS			IM-F2-LAFS/5 Página 2 de 3	
RELACIÓN DE MUESTRAS FOLIARES (TEJIDO VEGETAL)						
Información agronómica (obligatoria)					Información opcional	
No. de Muestra	Identificación en etiqueta (lote, bloque, etc.)	Edad del cultivo (años)	No. de la hoja muestreada	Material de siembra	Rendimiento de racimos últimos doce meses (ton/ha)	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
Nota. La información agronómica (obligatoria) es importante para garantizar la calidad de los resultados.						
Fertilizantes Utilizados:						

		SOLICITUD DE ANÁLISIS Clientes nacionales e internacionales Laboratorio de Análisis Foliar y de Suelos - LAFS				IM-F2-LAFS/5 Página 3 de 3
RELACIÓN DE MUESTRAS DE SUELOS						
Información agronómica (obligatoria)			Información opcional			
No. de Muestra	Identificación en etiqueta (lote, bloque, etc.)	Profundidad a la cual se tomó la muestra (cm)	Área que representa la muestra (ha)	Edad del cultivo	Material de siembra	Rendimiento de racimos últimos doce meses (ton/ha)
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
Nota. La información agronómica (obligatoria) es importante para garantizar la calidad de los resultados.						
Fertilizantes Utilizados:						

Referencias bibliográficas

- Acosta, A. 1996. Cenipalma, Primer Curso Internacional de Palma de Aceite. Pág., 179-193.
- Arias, N. y Munévar, F. 2004. Caracterización de la fertilidad de los suelos de la Zona Central palmera de Colombia. Palmas (Colombia) 25 No. Especial, Tomo II. 137-147.
- Cenipalma, 1998. Ciclo de cursos de Actualización de conocimientos sobre suelos con aplicación en el cultivo de palma de aceite. Pág., 4-103.
- Hong, P. *et al.* (2011). Soil nutrient changes in Ultisols under oil palm in Johor, Malaysia. *Journal of Oil Palm & the Environment*. 2:93-104.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 1995. Suelos de Colombia. Pág., 417-434.
- Jaramillo, D. 1997. Variabilidad espacial de suelos. Conferencia dictada en el Seminario Diagnóstico químico de la fertilidad del suelo. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. Medellín. Publicada en memorias.
- Macbeth Division of kallonorgen instruments corporation. Munsell Soil Color Charts. 1994.
- Munévar, F. 2001. Fertilización de la palma de aceite para obtener altos rendimientos. Palmas. 22(4). 9-17.
- Munévar, F. 1998. Guía General para el muestreo foliar y de suelos en cultivos de palma de aceite. Cenipalma. 7-20.
- Nelson, P. *et al.* (2015). Quantifying trends in soil fertility under oil palm: practical challenges and approaches. Sustainable Management of Soil in Oil Palm Plantings. ACIAR Proceedings. 144. 60-64.
- Ng, P. *et al.* (2011). Soil nutrient changes in Ultisols under oil palm in Johor, Malaysia. *Journal of Oil Palm & The Environment* 2011. 2:93-104.
- Ortiz Arango y Cía. 1987. Estudio detallado de suelos, riego y drenaje con fines de cultivo de palma de aceite. Oleaginosas Las Brisas. 65-95.
- Ovalle, F., Francisco, A. y Núñez M. 1994. Métodos estadísticos para evaluar la variabilidad de suelos, dentro de unidades de capacidad de uso en la depresión del Lago de Valencia. *Agronomía Tropical* 44 (1): 23-35.
- Owen E. J. 1991. Palma Africana. Fertilización en cultivos de clima cálido. Editorial Ricardo Guerrero Riascos. Bogotá. Monómeros Colombo Venezolanos S.A. 179-219.
- Porras, J. 1994. Fertilidad del suelo, diagnóstico y control. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. 23-53.
- Solórzano P. 1997. Fertilidad de suelos, su manejo en la producción agrícola. Universidad Central de Venezuela. Pág. 66-67.