

ANÁLISIS DE SUELOS Y TEJIDOS FOLIARES CONTROL DE CALIDAD*

Notas del Director

La fertilización es uno de los componentes más altos de los costos de producción en el cultivo de la palma. Se calcula que el sector palmero colombiano aplica anualmente al cultivo alrededor de 72.200 toneladas de fertilizante, lo cual representa más de US \$21.000.000. Siendo la fertilización un factor tan importante no solamente en los costos de producción, sino en el desarrollo del cultivo, se requiere que el palmicultor conozca claramente como es el suelo de su plantación en cuanto a características físicas y químicas, y el estado nutricional del cultivo, para con base en ello seleccionar el tipo y cantidad de fertilizante que debe aplicar para mantener o incrementar la producción. Una herramienta fundamental para conocer este diagnóstico la constituye los análisis de suelos y foliares. Con la capacitación en manejo de suelos a nivel regional y con el servicio de análisis de suelos y foliar que Cenipalma está ofreciendo, estamos seguros que mejoraremos substancialmente la productividad y con ello nuestra competitividad a nivel internacional.

Pedro León Gómez Cuervo
Director Ejecutivo



Del control de calidad hacen parte todas las operaciones técnicas y actividades usadas para satisfacer los requerimientos de calidad (definición ISO). Una parte importante del control de calidad es el seguimiento, el cual puede definirse como el sistema que verifica si el control de calidad es efectivo; en otras palabras es una evaluación de los productos en sí mismos. Todos los sistemas de calidad buscan evitar errores y cumplir

con los requerimientos de los clientes. En el caso de los análisis foliares y de suelos, la calidad de los resultados obtenidos está determinada por las diferentes etapas del proceso, las cuales van desde la toma de la muestra en campo hasta el reporte final.

Este texto tiene como objetivo explicar cada una de las actividades que realiza el laboratorio de análisis foliares y de suelos de Cenipalma para el control de calidad de los resultados obtenidos.

ETAPAS DEL PROCESO ANALÍTICO

Toma de Muestra

La toma de las muestras es una de las partes más importantes del proceso de análisis, por lo cual la muestra que llegue al laboratorio debe ser lo más representativa posible del área o material que se desea analizar. Además se debe tener cuidado de no alterar las condiciones físicas y químicas de las muestras tomadas. Por esto se recomienda secarlas una vez recolectadas. Las temperaturas de secado están definidas según el tipo de muestra, para suelos es de 40°C y para tejido foliar de 70°C. Cenipalma publicó recientemente el Boletín Técnico No. 012, con instrucciones sobre muestreo foliar y de suelos.

Almacenamiento de muestras

Después del secamiento, las muestras se empaquetan en bolsas plásticas completamente limpias y libres de contaminantes, que se sellan y se etiquetan con la información necesaria para una adecuada identificación (plantación,

* Inv. Aux. Mónica Cúellar Sánchez; Inv. Aux. Sonia Xiomara Pérez; Inv. Tit. Fernando Muñoz Martínez, Área Manejo de Suelos y Aguas, Cenipalma Santafé de Bogotá. A.A. 252171

lote, palma, etc.). Cada grupo de muestras enviadas al laboratorio debe tener una remisión con la información sobre procedencia e identificación detallada. Una vez las muestras llegan al laboratorio, se realiza el registro en un formato donde se reúne la información que las identifica. Para el manejo de las muestras en el laboratorio, se les asigna una identificación con la información codificada indicando: tipo



de muestra, año y número de muestra en la serie. Por ejemplo, un código para una muestra de suelos es S-98-0100 y de foliar F-98-0550.

Pretratamiento de las muestras

Las muestras de tejido foliar se limpian antes de la molienda, para eliminar las partículas de polvo adquiridas durante el transporte. El paso siguiente es la homogenización de las muestras, que consiste en la reducción del tamaño de las partículas, por medio de molienda, tamizado y cuarteo. Una vez la muestra se encuentra en forma de polvo fino, se empaca en recipientes inertes de plástico con tapa. Estos recipientes garantizan la integridad de la muestra, y por su diseño permiten su manipulación, evitando la introducción de elementos extraños que pueden contaminarla.

Análisis en el laboratorio

Luego de almacenadas en compartimientos especiales para cada una, las muestras están listas para ser sometidas a la fase de análisis como tal, en la cual se cuantifica la concentración de cada elemento en la muestra original. Para controlar este proceso, se utilizan muestras de concentración conocida (patrones externos e internos) que han sido analizados muchas veces y por ello se conoce la concentración que debe haber de cada elemento. Estos patrones permiten conocer como puede variar el resultado analítico expresado en términos de desviación estándar y coeficiente de variación. En el análisis de suelos es muy difícil obtener patrones externos, ya que los métodos utilizados en cada laboratorio difieren, debido a las condiciones tan parti-

culares de este análisis. Por lo anterior se usan principalmente patrones internos preparados en el laboratorio con muestras provenientes de suelos palmeros, que han sido analizadas más de 30 veces. En el caso de tejido foliar, se cuenta con una muestra suministrada por la red inter-laboratorios de la Universidad Agrícola de Wageningen (WEPAL). Estas muestras son incorporadas en las tandas de análisis, una cada nueve para el análisis de suelos y una cada 14 para el foliar.

Extracción y mineralización

En esta etapa el proceso de análisis es diferente para cada tipo de muestra. En el análisis del suelo, el objetivo es determinar la concentración de elementos que se encuentran disponibles para las plantas. Para determinar esta fracción, se utilizan soluciones extractoras específicas para cada grupo de nutrientes, las cuales tratan de simular las condiciones de absorción por parte de la planta y su efecto en el complejo de cambio del suelo. En el laboratorio se utilizan los métodos más apropiados para las características de los suelos palmeros de Colombia. Además de la selección de la solución también



es necesario tener en cuenta parámetros como la relación suelo/solución extractora y tiempo de agitación. Estos parámetros son importantes, porque de ellos depende la reproducibilidad y exactitud de los análisis. En el caso del tejido foliar, se realiza el proceso de mineralización el cual tiene como objeto destruir la materia orgánica del tejido y liberar los elementos minerales. La mineralización se puede realizar por dos vías: la calcinación y la digestión por vía húmeda. Para esta última en el laboratorio se utilizan las microondas como fuente generadora de energía y es necesario controlar variables como volumen de ácido adicionado, velocidad de adición, potencia y tiempo de calentamiento. Al final de los procesos de mineralización se obtienen soluciones con los elementos, que se llevan a los procesos de detección de acuerdo con el elemento que se va a determinar.

Evaluación del dato analítico

Las técnicas analíticas utilizadas en el laboratorio fueron seleccionadas de acuerdo con los rangos de concentración con que se trabaja tanto en análisis de suelos como de tejido foliar. En dichos análisis el rango de concentración utilizado es entre 1 y 20 partes por millón (mg/l) en solución, por lo cual se escogieron la espectrofotometría de absorción atómica y la colorimetría, por ser las más adecuadas.

Calibración del instrumento

Aquí comienza la evaluación del dato analítico. Para esto es necesario contar con un instrumento funcionando correctamente. El funcionamiento adecuado del equipo debe ser evaluado diariamente, utilizando curvas de calibración que muestran una relación directa entre la variación de la concentración del analito (especie química que se está analizando) y la señal del instrumento (por ejemplo: absorbancia). Las curvas de calibración son evaluadas utilizando análisis de regresión en donde se calcula el coeficiente de determinación y de correlación. El coeficiente de determinación (R^2) debe tener un valor mínimo del 0,999, esto con el fin de garantizar que el 99,9% de la respuesta del equipo corresponde al analito evaluado. Para dicha evaluación se utilizan soluciones de concentración conocida (Figura 1).

En análisis de absorción atómica se utiliza otro parámetro complementario para evaluar la respuesta del equipo, conocido como Concentración Característica, la cual está definida como la concentración y uso práctico del cuadro se basa en el concepto de que cuan-

querida para producir una señal del 1% de absorción (0,0044mg/L).

Cuadros de control de los resultados

Una vez se ha comprobado el óptimo funcionamiento de los instrumentos, se comienza con el análisis de las diferentes tandas de extracción y digestión conformadas por muestras y patrones externos e internos. La evaluación se efectúa a través de los cuadros de control con los cuales se realiza un seguimiento sistemático de las tandas de análisis por día, buscando que los resultados sean reproducibles y que la metodología utilizada mida el analito en cuestión. Estos cuadros se aplican a los patrones externos e internos. Los cuadros de control muestran la relación con la distribución normal del dato analítico alrededor de la media (Figura 2). La interpretación y uso práctico del cuadro se basa en el concepto de que cuan-

do un control (dato analítico de un patrón interno o externo) cae en una distancia de 2 veces la desviación estándar (d.e) con respecto a la media, el sistema está bajo control y los resultados de la tanda en su totalidad pueden ser aceptados. Un control cuyo dato analítico se encuentre en el rango de 2 d.e de la media (límite de seguridad), indica que algunas ve-

manera se controla la repetitividad y reproducibilidad de los resultados.

Programas inter-laboratorio

En el laboratorio es muy importante la participación en dichos programas, ya que ella contribuye a conocer la respuesta de nuestros instrumentos y metodologías en

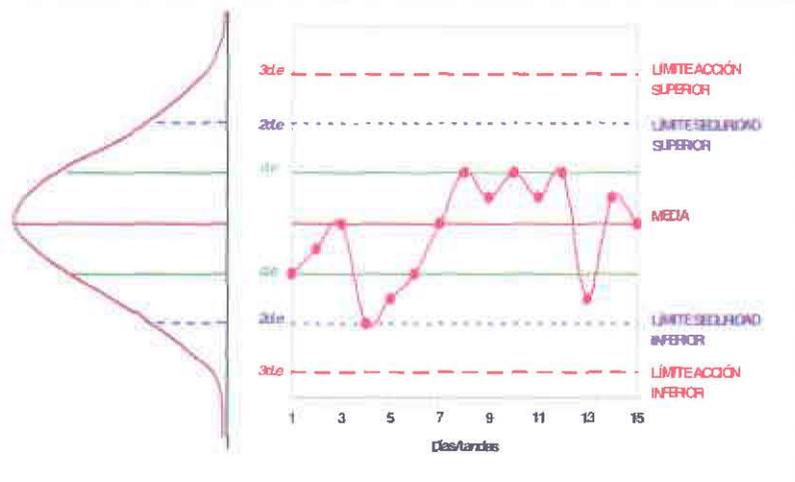


Figura 2. Cuadro de control de la media como herramienta de control de calidad

tes el sistema tiende a estar mal; mientras un control que se encuentre más allá de 3 d.e. (límite de acción) indica que el sistema está fuera de control y que los resultados deben ser rechazados, además la tanda de análisis debe repetirse, luego de ser revisados y corregidos los errores del sistema. También se rechaza una tanda de análisis cuando se da una de las siguientes situaciones: a) Control por encima del límite de acción; b) dos controles sucesivos en el límite de seguridad; c) seis controles sucesivos en el mismo lado de la media. En los cuadros de control usados en el laboratorio cada valor que es graficado, proviene de la media de por lo menos 5 controles para suelo y 10 para tejido foliar. De esta

matrices diferentes a las de la palma de aceite y permite la comparación con laboratorios nacionales y extranjeros. El laboratorio participa de los programas para intercambio de muestras de suelo (ISE) y de tejido foliar (IPE) de la WEPAL y de los equivalentes programas nacionales de la Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. Luego de evaluar los datos analíticos y de haber obtenido resultados positivos en todas las verificaciones que se acaban de describir, se elabora el respectivo informe de resultados para el usuario.

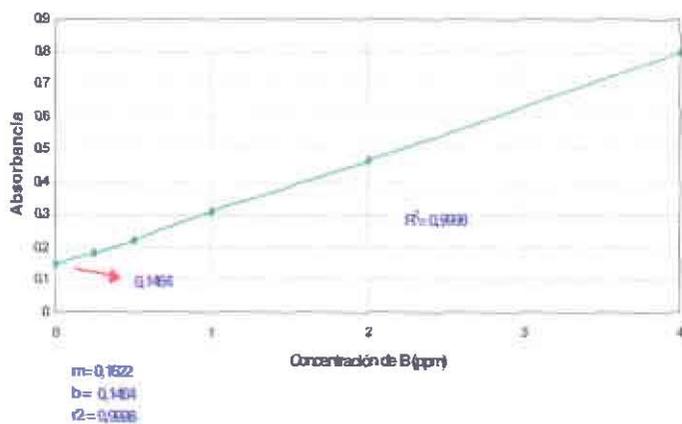


Figura 1. Curva de calibración - Espectrofotómetro ultravioleta/visible

Todos los sistemas de calidad buscan evitar errores y cumplir con los requerimientos de los clientes

CENIPALMA PARTICIPA EN EL IX CONGRESO DE LA SOCIEDAD COLOMBIANA DE LA CIENCIA DEL SUELO

VARIABILIDAD ESPACIAL Y TEMPORAL DE LA CONCENTRACIÓN DE NITRITOS EN EL SUELO, EN UN CULTIVO DE PALMA DE ACEITE EN CASANARE, COLOMBIA

Investigaciones realizadas en Cenipalma, han mostrado que con frecuencia los suelos de las plantaciones de palma de aceite presentan condiciones físicas adversas tales como capas superficiales de arcilla, alta compactación, conductividad hidráulica lenta o periodos prolongados de alta humedad las cuales limitan la aireación del suelo, pudiéndose presentar condiciones de reducción. Entre los principales grupos de constituyentes del suelo cuya dinámica se ve alterada por este estado de reducción están las formas inorgánicas de nitrógeno, ya que la condición de anaerobiosis es uno de los factores que propicia la acumulación de nitritos. Por tal motivo se realizó un muestreo sistemático para conocer la variabilidad espacial y temporal de la concentración de nitritos, en suelos que tienen horizontes arcillosos, pero localizados a diferentes profundidades. El estudio se realizó en la plantación de Palmas de Casanare en la región del Upiá, departamento del Casanare, Colombia. Se estableció una unidad experimental de muestreo conformada por una palma central y las cuatro palmas más próximas y equidistantes a la primera. Las líneas imaginarias que unen la palma central con cada una de las circundantes se denominaron trayectos; de esta forma, dos trayectos cruzaban la calle de cosecha y dos las calles de acumulación de hojas de poda. Dentro de cada trayecto el suelo se observó a cuatro distancias a partir de la base de la palma y en cada distancia a su vez a tres profundidades. Además, la concentración de nitritos se evaluó tanto en época de lluvia como en época seca. Se encontraron diferencias significativas ($\alpha=5\%$) en la concentración de nitritos entre épocas, calles y profundidades. No se encontraron diferencias significativas entre suelos. La concentración de nitritos fue mayor en época de lluvias que en época seca. La variabilidad temporal y espacial que se encontró, debe tenerse en cuenta en estudios relacionados con el tema.

Jorge Carreño Moyano, Estudiante en pasantía, U. de la Paz; Alvaro Acosta García, Biólogo Área Suelos; Mónica Cuéllar Sánchez, Química Área Suelos y Fernando Munevar Martínez, Ing. Agr. Ph.D. Área Suelos. Cenipalma, A.A. 252171

MINERALIZACIÓN DE RACIMOS VACÍOS DE PALMA DE ACEITE

Los racimos vacíos de palma de aceite (*Elaeis guineensis Jacq*) constituyen un recurso útil para sustituir parcial o totalmente los fertilizantes inorgánicos y por ende reducir costos de producción. Cenipalma,

desarrolla un proyecto de investigación orientado a caracterizar el proceso de transformación de este residuo en formas inorgánicas disponibles para las plantas, con el fin de tener criterios más adecuados para su manejo en Colombia. Por medio de la cuantificación de CO_2 y de las formas inorgánicas de K y Mg se evaluó la descomposición de los racimos vacíos aplicados a 3 suelos de dos zonas palmeras; Llanos Orientales y región Caribe. En el estudio se comparó la aplicación de tres niveles de racimos vacíos (0, 75 y 150 t/ha). Los resultados obtenidos mostraron que la producción de CO_2 en suelos sin aplicación de racimos fue de 2 a 7 mg por día, presentando una producción acumulada a los 45 días entre 50 y 120 mg de CO_2 . Cuando se aplicaron 75 t/ha del residuo, la liberación de CO_2 acumulada fue de 400 a 700 mg de CO_2 ; con dosis de 150 t se incrementó de 700 a 1100 mg de CO_2 . Como la producción de CO_2 aumentó con la adición de racimo vacío y la velocidad de descomposición fue relativamente alta, se infiere que hubo una alta actividad biológica en los sistemas bajo estudio. La producción de CO_2 varía ampliamente con el tipo de suelo, y posiblemente está influenciada por las características químicas del mismo. La concentración de K y Mg en suelos sin adición de racimo vacío, después de 45 días de incubación, no aumentó. Cuando se aplicó racimo vacío en dosis de 75 y 150 t/ha, la concentración aumentó entre 0,1 y 0,5 meq/100 g de suelo, lo cual indica que la descomposición de los racimos vacíos aporta K y Mg disponibles al suelo.

Luisa Román Zorilla, Estudiante en tesis, U. UDCA; Fernando Munevar Martínez, Ing. Agr. Ph.D. Área Suelos; Rodrigo Lora, Ing. Agr. Ph.D. Cenipalma, A.A. 252171

Cenipalma informa que están a la venta las memorias del Módulo II del «Ciclo de cursos de actualización de conocimientos sobre suelos con aplicación en el cultivo de la palma de aceite», con un costo de \$10.000 (diez mil pesos m/cte), suma que deberá ser consignada en la cuenta N°. 02101036-8, del Banco Ganadero, sucursal Avda. Chile.



Director: Pedro León Gómez Cuervo
Coordinación Editorial:
Oficina de Comunicaciones de Fedepalma
Diseño y Diagramación:
Cenipalma
Impresión:
Editorial Kimpres tel: 2501680
Esta publicación contó con el apoyo del
Fondo de Fomento Palmero