



CONTENIDO

	Pág.
Azufre como nutriente y agente de defensa contra plagas y enfermedades	1
Principios claves para el manejo del cultivo y nutrientes en Palma Aceitera	5
Criterios para el manejo de la fertilización de la Soya	9
Reporte de Investigación Reciente	13
- Efecto de la fertilización nitrogenada y potásica en la producción del banano <i>Musa AAA</i> en la región del trópico de Cochabamba, Bolivia.	
- Efecto de la deficiencia de potasio en contenido de nitrógeno en el floema y en las poblaciones de afidos en soya.	
- Efecto del nitrato y el amonio sobre el crecimiento y eficiencia del nitrógeno en yuca.	
- Fertilización con fósforo para incrementar la absorción del nitrógeno al suelo en plantas jóvenes de <i>Eucalyptus grandis</i> .	
Cursos y Simposios	15
Publicaciones Disponibles	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 citen la fuente y el autor.



AZUFRE COMO NUTRIENTE Y AGENTE DE DEFENSA CONTRA PLAGAS Y ENFERMEDADES

H. Sabino Prates, J. Lavres Junior y M. Ferreira de Moraes*

Introducción

El azufre (S), junto con el nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca) y magnesio (Mg), es un macronutriente, es decir un nutriente que los cultivos requieren en mayor proporción. Las necesidades de S son menores a las de N, K y Ca, pero son de la misma magnitud del P y Mg. Como sucede con cualquier nutriente esencial, la producción y la calidad de los cultivos pueden afectarse por la falta de S, aun cuando los demás nutrientes estén presentes en cantidades adecuadas en el suelo. Esto simplemente indica que la Ley del Mínimo está en vigencia luego de más de un siglo de ser propuesta.

Las hojas y raíces son capaces de absorber S en diversas formas: SO_2 , S-cisteína y S elemental (S^0), sin embargo, los cultivos absorben S principalmente en forma de sulfato (SO_4^{2-}) (Malavolta, 1950). El S forma parte de muchos compuestos orgánicos y todas las proteínas vegetales contienen, además de N, una buena cantidad de S. Por este motivo, se considera que una nutrición balanceada debe mantener una relación de N/S en las hojas entre 10 a 15. Los análisis foliares muestran concentraciones de S que van de 2 a 10 g kg^{-1} , dependiendo del cultivo. Concentraciones menores indican deficiencia y concentraciones mayores pueden indicar exceso.

La deficiencia de S se caracteriza por una coloración amarillenta uniforme en las hojas nuevas. La materia orgánica del suelo es la principal fuente de S, por esta razón las deficiencias son comunes en suelos arenosos pobres en materia orgánica, suelos ácidos y suelos con lluvia o riego excesivos. Además, la deficiencia es también común en sitios donde se usan fórmulas de fertilizantes que contienen solamente N, P_2O_5 y K_2O .

Los cultivos dependen en alta proporción o en su totalidad del S presente en el suelo y en su ausencia se deben usar fertilizantes minerales u orgánicos. Los fertilizantes portadores de S más utilizados son: sulfato de amonio, sulfato de potasio, superfosfato simple. Además, el yeso, más allá de corrector de suelo, puede también ser una buena fuente de S.

* Tomado de: Sabino Prates, H., J. Lavres Junior e M. Ferreira de Moraes. 2006. O enxofre como nutriente e agente de defesa contra pragas e doenças. *Informações Agronômicas* 115:8-9. IPNI, Brasil.

Las dosis de S deben calcularse en función del análisis de suelos y deben complementarse con el análisis foliar. Las dosis normalmente utilizadas varían entre 20 y 40 kg ha⁻¹. Cuando se usa sulfato de amonio para satisfacer las necesidades de N, superfosfato simple para entregar P, sulfato de potasio para cubrir las necesidades de K y yeso para mejorar el ambiente radicular, también se están satisfaciendo las necesidades de S del cultivo.

Desde el punto de vista nutricional, el S es tan importante como el N en las plantas, pero además juega un papel importante en los mecanismos de defensa de las plantas contra plagas y enfermedades. Las plantas sanas contienen una variedad de metabolitos secundarios y muchos de ellos contienen N y S en su estructura. Estos compuestos están presentes en forma biológicamente activa o están almacenados en precursores inactivos que se convierte a formas activas por la acción de enzimas, en respuesta al ataque de patógenos o cuando el tejido se daña (Hammond – Kosack y Jones, 2000). El uso del S^o como fungicida es muy antiguo, pero poco se conoce con respecto a su modo de acción. Recientemente se ha demostrado que la propia planta puede generar S^o endógeno como mecanismo de protección contra los patógenos.

Funciones del azufre en las plantas

Numerosos compuestos de la planta (aminoácidos, proteínas, enzimas, etc.) poseen N y S, lo que ayuda a explicar la existencia de una relación N/S que está asociada con el crecimiento y la producción. Las proteínas son los compuestos que más incorporan N y S y están constituidas principalmente por los aminoácidos cistina, cisteína y metionina. La cisteína está relacionada con el estado nutricional de las plantas y también actúa en la síntesis de importantes compuestos de defensa (glucosinolatos, GHS, fitoalexinas y posiblemente S^o). Además de los aminoácidos y proteínas, el S es parte de una variedad de compuestos como coenzimas (biotina, pirofosfato de tiamina, coenzima A, ácido lipóico), proteínas con hierro (Fe) y S (ferridoxinas), tioredoxinas, sulfolípídeos, cisternas substituidas (Se-cisteínas), ésteres de sulfato (colina), flavonóides, lípídeos, glucosinolatos, polisacarídeos, sulfónicos y compuestos reducidos (Malavolta, 2006).

El S, como el N, está presente en todas las funciones y procesos que son parte de la vida de la planta, desde la absorción iónica hasta su participación en el RNA y DNA, pasando por el control del crecimiento y diferenciación de los tejidos de la planta.

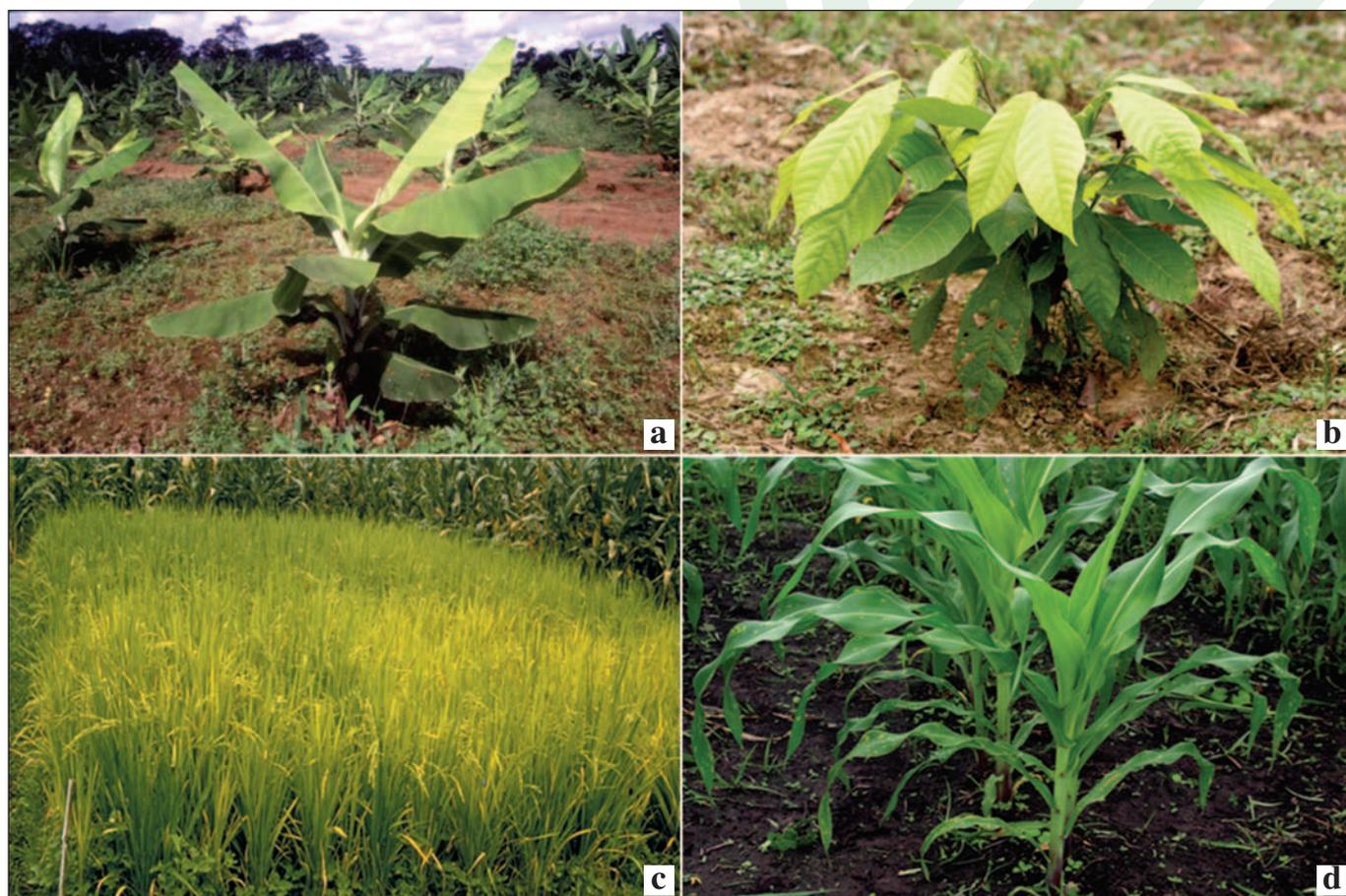


Foto 1. Síntomas de deficiencia de S en banano (a), cacao (b), arroz (c) y maíz (d), caracterizados por la coloración amarillenta uniforme de las hojas nuevas. Esta deficiencia es cada vez más común en los países de América Tropical.

El N y S pueden interactuar entre ellos y con otros elementos. Su presencia o ausencia puede provocar aumento (sinergismo) o reducción (inhibición, antagonismo) del contenido de otros elementos. Los casos más comunes de sinergismo son: N x S, N x Ca, N x Mg, N x Zn, N x Cu, y N x Mn. Los antagonismos más comunes son: N x B, S x Se, S x Cu x Mo (Malavolta, 1997).

Los síntomas de deficiencia de azufre

Síntomas visibles: clorosis uniforme de las hojas nuevas, coloración adicional en algunas plantas (anaranjado a rojizo), hojas pequeñas con enrollamiento de los márgenes, necrosis y caída de las hojas, internudos cortos, reducción de la floración y menor nodulación de las leguminosas (**Foto 1**).

Síntomas citológicos: meiosis anormal.

Síntomas químicos: aumento en el contenido de carbohidratos, reducción del contenido de azúcares reductores y reducción de la síntesis de proteínas.

Las principales causas de la deficiencia de S son: el bajo contenido de materia orgánica del suelo, acidez que causa menor mineralización de la materia orgánica, lixiviación del SO_4^{2-} , sequía prolongada y el uso generalizado de fertilizantes sin S.

Los síntomas de exceso de S pueden aparecer como clorosis intervenal en algunas especies.

Azufre como agente de defensa contra plagas y enfermedades

La acción de un determinado patógeno puede predisponer a la planta al ataque de otros, además de causar daños en el sitio infectado (Huber y Graham., 1999). Los hongos y bacterias causan desórdenes en el sistema vascular impidiendo la utilización y la translocación de nutrientes por la planta. Inicialmente, ocurren excesos o deficiencias en las células alterando, por ejemplo, la permeabilidad de las membranas. La concentración en toda la planta no se altera. Sin embargo, en estadios más avanzados ocurren alteraciones anatómicas y síntomas visibles de deficiencias nutricionales (Malavolta, 1998).

Los nutrientes tienen un papel importante en la alimentación, pero también están íntimamente ligados a la predisposición de las plantas al ataque de insectos y patógenos. Se ha observado que las moléculas que tienen N y S tienen un papel importante en la protección de las plantas contra insectos y patógenos. Tanto el exceso como la deficiencia pueden predisponer a las plantas a ataques de patógenos, demostrando la

necesidad de la nutrición balanceada de los cultivos.

El manejo conjunto del N y S juega un papel importante en el control de enfermedades. Es conocido que el exceso de N predispone la planta a enfermedades y este efecto se acentúa cuando también existe deficiencia de S. Esta condición se presenta frecuentemente en muchos sitios donde no se presta atención al contenido de S en el sistema.

La falta de S y el exceso de N aumentan el contenido de carbohidratos, reduce el contenido de azúcares reductores y la síntesis de proteínas en la planta. Esto acumula aminoácidos en las hojas promoviendo un medio para que prosperen hongos, bacterias e insectos. Por esta razón, el mantener el balance entre N y S en la planta permite no solamente que el N aplicado sea utilizado eficientemente por la planta para acumular rendimiento, sino que además hace que la planta resista el ataque de enfermedades e insectos.

El manejo de N en el suelo también es importante en el control de enfermedades. Se ha observado que en suelos ácidos son más eficientes las fuentes amoniacales de N para el control de enfermedades. Esto parece estar asociado con la interacción con el manganeso (Mn). La ausencia de Mn en la planta provoca la presencia de ciertas enfermedades.

La absorción de amonio (NH_4^+) por las raíces promueve la acidificación de la rizosfera, aumentando la disponibilidad de elementos esenciales como Mn, vía ácido shiquímico, puerta de entrada para la biosíntesis de fenoles y lignina. La absorción de NH_4^+ también incrementa el número de microorganismos antagónicos a los patógenos debido a que el NH_4^+ es la forma preferida de N de estos organismos (Kommedahl, 1984).

El manejo del S en el control de enfermedades es también importante. Se conoce que el uso de S como fungicida se inició alrededor del año 150 D.C., sin embargo, el uso de S se tornó en una práctica agrícola en 1845-1847 en Inglaterra y Francia para el control de oídio en los viñedos (Paul, 1978). En el año 1974, en Estados Unidos, se utilizó con éxito la aplicación de S^0 en el control de hongos en el cultivo de remolacha.

Todavía no se conoce bien el modo de acción del S^0 . Las hipótesis más aceptadas son (Williams y Cooper, 2004):

- Las células de los hongos son permeables al S^0 (las esporas pueden absorber S) y el S en el citoplasma afecta la cadena respiratoria mitocondrial.
- Puede haber transferencia de iones hidrógeno (H^+)

al S°, en lugar de transferencia al oxígeno (O₂), produciendo sulfuro de hidrógeno tóxico.

- El S° puede oxidar rápidamente (no enzimáticamente) grupos sulfidrílicos proteicos y no proteicos importantes en muchas funciones respiratorias de las mitocondrias. Este fenómeno puede producir una modificación del estado de oxidación del complejo respiratorio alterando el flujo de electrones en la cadena respiratoria mitocondrial y, consecuentemente, la fosforilación oxidativa, resultando en fungotoxicidad.
- Wickenhauser et al. (2005) indican que un mecanismo de defensa de la planta contra los patógenos es la liberación de sulfuro de hidrógeno (H₂S).

Recientemente, Williams et al. (2002) demostraron que plantas de tomate inoculadas con *Verticillium dahliae* producían S° en respuesta a la infestación. Es posible que la acumulación de S° esté asociada con una respuesta de hipersensibilidad de la planta al patógeno, controlada por la expresión de muchos genes.

El S° aplicado a las hojas puede ser absorbido y metabolizado actuando como agente de defensa contra los patógenos o bien puede convertirse en sulfato u otros compuestos de S. El objetivo del uso dependerá del estado nutricional y el estado de sanidad de la planta (Malavolta, 2006).

Después de entrada en vigencia en Europa de la legislación que controla la emisión de gases tóxicos hubo una drástica reducción de las concentraciones atmosféricas de SO₂, especialmente en Europa Occidental.

Como resultado de esta condición se empezaron a observar deficiencias severas de S en el campo, causando desórdenes nutricionales, alta susceptibilidad a las enfermedades y significativa reducción de la producción (Eriksen, et al., 1998).

Bibliografía

Eriksen, J., M.D. Murphy, E. Schnug. 1998. The soil sulphur cycle. In: E. Schnug (Ed). Sulphur in agroecosystems. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. pp. 39-73.

Hammond-Kosack, K., J.D.G, Jones. 2000. Response to plant pathogens. In: Buchanan, B.B., Gruissem, W., Jones, R.L. (Eds.). Biochemistry & Molecular Biology of Plants. Rockville: American Society of Plant Physiologists. pp. 1102-1156.

Huber, D.M., Graham, R.D. 1999. The role of nutrition in crop resistance and tolerance to diseases. In:

Rengel, Z. (Ed.). Mineral Nutrition of crops: fundamental mechanisms and implications. New York: food Products Press. pp. 169-204.

Kommedahl, T. 1984. Interaction of nitrogen use and plant disease control. In: Hauck, R.D. (Ed.). Nitrogen in crop production. Madison: American Society of Agronomy/Crop Science Society of America/ Soil Science Society of America. pp. 461-472.

Malavolta, E. 1998. Adubação mineral e sua relação com doenças das plantas: a visão de um nutricionista de plantas. In. Workshop - a interface solo-raiz (Rizosfera) e relações com a disponibilidade de nutrientes, a nutrição e as doenças de plantas. Piracicaba: POTAFOS/CEA. pp. 1-60.

Malavolta, E. 1950. Estudos sobre enxofre. Tese (Livre Docência em Química Aplicada) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba. 96 p.

Malavolta, E. 2006. Manual de nutrição mineral de plantas. São Paulo: Editora Agronômica Ceres. 631 p.

Malavolta, E. y M.F. Moraes. 2006. Fundamentos do nitrogênio e do enxofre na nutrição mineral das plantas cultivadas. In: Simpósio sobre nitrogênio e enxofre na agricultura Brasileira. Piracicaba: ESALQ/POTAFOS.

Malavolta, E., G.C. Vitti y S.A. Oliveira. 1997. Avaliação do estado nutricional das plantas: Princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS. 319 p.

Paul, X. 1978. Fungicide Sulphur. In: Proceedings of the Symposium "The use of sulphur containing products in agriculture". Seville: The sulphur Institute. pp. 101-106.

Wickenhauser, P., E. Bloem., S. Haneklaus y E. Schnug. 2005. Ecological significance of H₂S emissions by plants a literature review. Landbauforschung Volkenrode. Special issue. Vol. 283. pp. 157-161.

Williams, J.S. y R.M. Cooper. 2004. The oldest fungicide and newest phytoalexin - reappraisal of the fungicity of elemental sulphur. Plant Pathology. Vol. 53. pp. 263-279

Williams, J.S., S.A. Hall., M.J. Hawkesford., M.H. Beale y R.M. Cooper. 2002. Elemental sulfur and thiol accumulation in tomato and defense against a fungal vascular pathogen. Plant Physiology. Vol. 128. pp. 150-159.❖

PRINCIPIOS CLAVES PARA EL MANEJO DEL CULTIVO Y NUTRIENTES EN PALMA ACEITERA

C. Witt, T. Fairhurst y W. Griffiths*

Introducción

Motivados por la demanda de productos de palma aceitera, la producción de aceite crudo de palma y aceite de palmiste en Malasia, Indonesia y Tailandia se incrementó en un 92% de 12.5 millones de toneladas métricas en 1993 a 24.0 en el 2002 (FAOSTAT). Los incrementos en producción fueron, en su mayoría, obtenidos por expansión del área de producción en Malasia e Indonesia, sin embargo, los rendimientos de aceite de palma se han estancado en los dos países en los últimos 20 años.

Los principales retos ambientales para incrementar la producción de la palma aceitera en el Sureste Asiático incluyen la limitación en el área para expansión y el mayor escrutinio del público demandando una producción respetuosa del ambiente. En el futuro, los incrementos en la producción deben lograrse mediante la intensificación del manejo del cultivo en áreas ya establecidas, porque la expansión solo es posible en condiciones ambientales menos favorables en términos de calidad de los recursos e infraestructura.

Se espera que los cambios en la demanda de aceite de palma, las presiones ambientales y condiciones socio-económicas transformen el manejo del cultivo en las regiones productoras del Sureste Asiático. El rápido desarrollo de la producción de palma aceitera ha revelado que existe una escasez en personal calificado a nivel gerencial y de manejo de finca, una aparente carencia de mano de obra debido a la opción de empleos alternativos y los consecuentes incrementos del costo de la mano de obra y las restricciones a la migración regional.

Para mantener la ventaja regional en la producción de aceite de palma, en comparación con la producción global de otros aceites vegetales, es probable que el tamaño de las fincas y de las cooperativas se

incrementen, mientras que una fuerza de trabajo más pequeña, pero con más conocimientos, deberá emplear tecnología avanzada para cumplir con su responsabilidad.

En los últimos años, los productores de palma aceitera e investigadores han logrado sustanciales progresos en el desarrollo de prácticas de manejo del cultivo y de nutrientes óptimas y estandarizadas que permiten alta productividad y rentabilidad por medio del uso eficiente y efectivo de los insumos y recursos disponibles. Estas prácticas y tecnologías rápidamente disponibles, de más profundo conocimiento, se han resumido recientemente en cinco principios básicos de manejo del cultivo y nutrientes (Witt et al., 2005).



Principio 1

Toma de decisiones basándose en información relevante

La clave para el óptimo manejo de los recursos en la plantación es el entendimiento de la variabilidad espacial y temporal de los factores que influyen la producción. Es necesario cuantificar y analizar en tiempo y en espacio la contribución de factores a la productividad para identificar la variabilidad que afecta la producción de racimos y que puede manejarse. El marco de trabajo para una intensificación ecológica de la producción debe guiar a los gerentes y técnicos que toman decisiones a encontrar las principales limitantes de la producción a través de la cuantificación de todos los parámetros relevantes y el subsiguiente análisis de los datos recolectados. Se pueden utilizar diversas herramientas basadas en Sistemas de Información Geográficos (SIG) que sirven para desarrollar estrategias de manejo que pueden evolucionar a medida que los factores que limitan la producción se van eliminando.

Estos sistemas se basan en la recolección de datos que finalmente llevan a la construcción de una adecuada base de datos y procedimientos de análisis integrado

* Tomado de: Witt C., T.H. Fairhurst and W. Griffiths. 2005. Key principles of crop and nutrient management in oil palm. Better Crops With Plant Food 89(3):27-31

Desarrollo de una base de datos para manejo por sitio específico

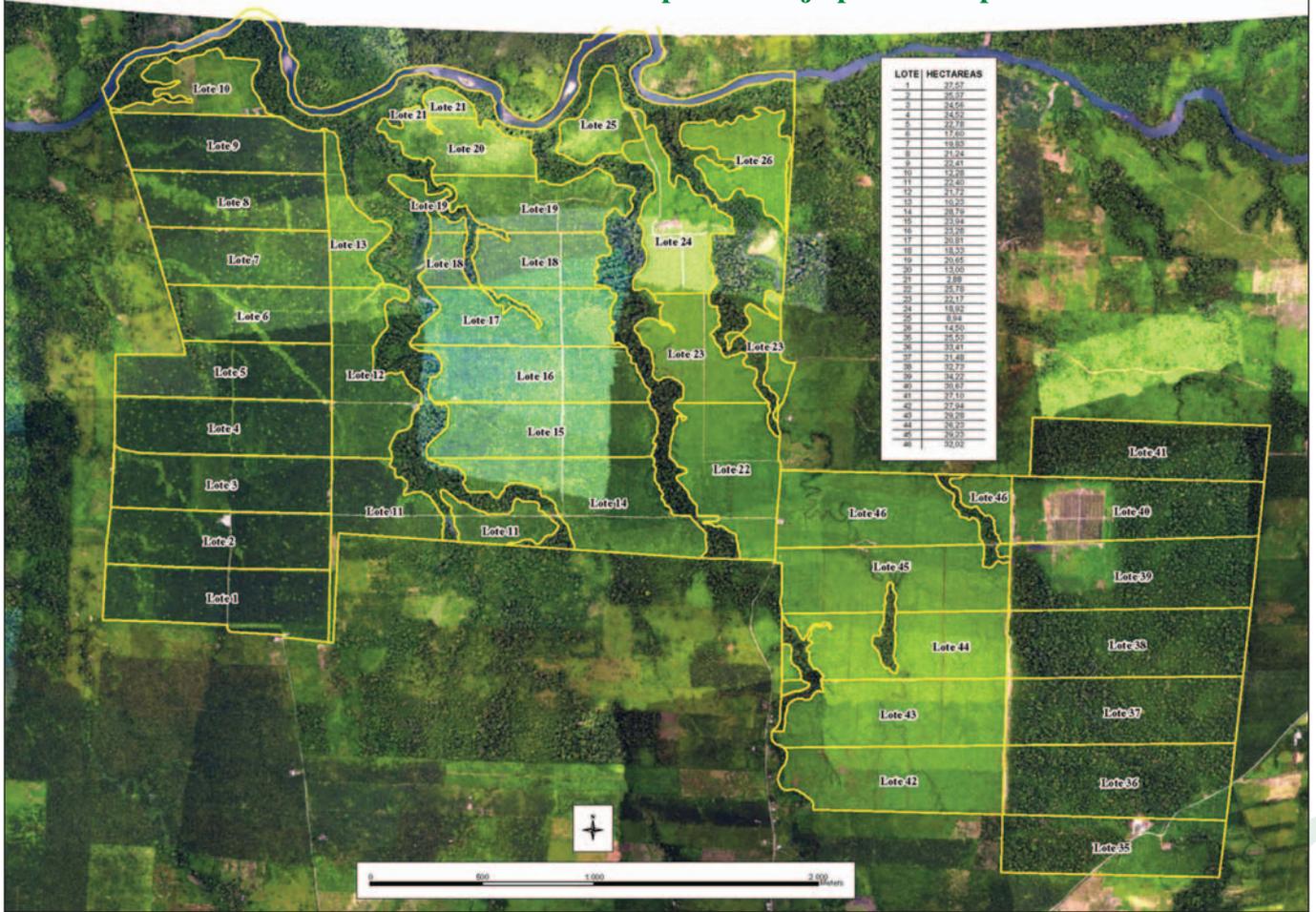


Foto 1. Mapa de lotes en una plantación de palma aceitera. Cada lote delineado y georeferenciado es una base de datos individual donde se introducen todos los datos pertinentes que sirven de soporte para la toma de decisiones.

que facilitan el análisis de los datos en el tiempo y espacio.

Los resultados incluyen mapas, reportes, herramientas y guías para la implementación de estrategias para mejorar la productividad. Se requiere de este tipo de documentación para obtener la certificación internacional de la ISO 9001 y 14001 en Calidad y en Sistemas de Manejo Ambientales. En la **Foto 1** se presenta un ejemplo de un mapa donde se observan los diferentes lotes en una plantación. Cada lote delineado y georeferenciado sobre una fotografía aérea es una base de datos individual donde se introducen todos los datos pertinentes para el análisis respectivo.

Principio 2

Desarrollo de las unidades de manejo basándose en información del suelo y el cultivo

Es una práctica estándar en el manejo de plantaciones de palma aceitera para luego poder extrapolar los parámetros relevantes medidos a nivel de bloque o lote a áreas más grandes o unidades de manejo. Los

requerimientos de muestreo para evaluar parámetros relevantes dependen de la homogeneidad de las unidades de manejo y han sido bien establecidos para diferentes parámetros, por ejemplo, unidades para muestro foliar (Foster, 2003).

El primer paso en el desarrollo de las unidades de manejo es un adecuado estudio del suelo que provee información sobre el potencial de rendimiento por sitio específico y los limitantes de suelo caracterizados por la incidencia y gravedad de los problemas de suelo y el probable costo de medidas correctivas. Un detallado resumen de los sistemas de evaluación de tierras para palma aceitera fue desarrollado por Paramanathan (2003) y presenta los criterios y límites necesarios para identificar las clases de suelo. Se necesita definir los límites de las unidades de manejo para manejo de fertilizantes y de otras prácticas culturales basándose en un juego mínimo de datos de las características biofísicas que determinan la uniformidad del potencial de rendimiento, estabilidad de rendimiento, suplemento de nutrientes nativos del suelo, limitaciones del suelo, contenido de nutrientes en las hojas, síntomas de deficiencia de nutrientes y la respuesta esperada a la

aplicación de fertilizantes dentro de la unidad de manejo. Se propone el uso de mapas como de textura, topografía, límites de los lotes, estadísticas del rendimiento (a largo plazo), edad de la palma, drenaje y cualquier otra información disponible como punto de partida para la delineación de unidades de manejo.

Principio 3

Prácticas adecuadas de manejo para óptimo rendimiento económico

Un pequeño número de lotes, donde se pongan en práctica las mejores prácticas de manejo, colocados estratégicamente dentro de la plantación son una herramienta muy útil para: i) determinar rendimiento obtenible por sitio específico bajo condiciones óptimas de manejo (Griffiths et al., 2002), ii) determinar el pico aproximado de la producción del cultivo (porcentaje del rendimiento anual en cada mes) para planificar la capacidad de la extractora, iii) demostrar los efectos de las prácticas de manejo en el rendimiento del cultivo y mejoramiento del suelo, iv) entrenar el personal en la implementación de las nuevas prácticas de manejo y v) probar nuevas tecnologías.

En estos lotes bajo adecuadas prácticas de manejo, el rendimiento solamente es limitado por el clima, material de siembra y las condiciones del sitio específico como textura del suelo, profundidad radicular o agua. Para instalar estos lotes se necesita identificar las prioridades basándose en un adecuado inventario de las condiciones de la plantación y las prácticas de manejo a utilizarse se califican de acuerdo al impacto esperado.

El cambio de un número limitado de prácticas de manejo en estos bloques permite el análisis cuantitativo

de la interacción entre los diferentes factores de manejo en el rendimiento. La brecha de rendimiento existente entre los lotes con las prácticas adecuadas de manejo y los lotes que los rodean se puede relacionar directamente con las diferencias en recuperación de nutrientes por el cultivo, manejo de nutrientes, poda, cosecha, malezas, drenaje y otras prácticas adecuadas de manejo. Estos lotes sirven para demostración y para entrenamiento y requieren mantener los estándares establecidos para el cultivo de palma aceitera. Estos estándares se describen en detalle en las publicaciones: Guía de Campo de Palma Aceitera (vivero, fase inmadura y fase madura) publicadas por IPNI (**Foto 2**).

Información sobre estas publicaciones se puede obtener en el siguiente portal del Internet: <http://www.ipni.net>

Principio 4

Determinación de las necesidades de nutrientes basándose en la planta

Las necesidades de nutrientes para el cultivo se basan generalmente en la evaluación del estado actual de nutrientes determinado por los análisis foliares. Estos sistemas de evaluación para el manejo de fertilizantes incluyen la elección del tejido a ser analizado, unidades de muestreo, palmas para muestreo y la época de la toma de muestras. Los procedimientos se los puede encontrar en Foster, 2003; Fairhurst et al., 2005.

Una detallada revisión de la interpretación de los resultados de los análisis foliares, incluyendo la predicción y variación de niveles óptimos, la relación entre cationes y edad de la palma y la predicción de la respuesta en rendimiento basándose en los resultados de los análisis foliares la presenta Foster, 2003.



Foto 2. Guía de Campo de Palma Aceitera (vivero, fase inmadura y fase madura).

Es importante entonces integrar los análisis foliares con otros indicadores de la necesidad de nutrientes basados en la planta en el tiempo y espacio. Estos indicadores son síntomas visuales de deficiencia, rendimiento, crecimiento vegetativo de las palmas y crecimiento de la cobertura. Esta posibilidad surge solamente cuando existe información relevante que ha sido cuidadosamente almacenada en una adecuada base de datos que sirve como herramienta analítica que permita al grupo técnico tener una vista clara y rápida de los factores que limitan el rendimiento.

Principio 5

El uso de fertilizantes basado en la necesidad de la planta para uso efectivo de los nutrientes

El objetivo principal del manejo de fertilizantes basado en la necesidad de la planta es lograr un uso efectivo de los nutrientes. Esto requiere de medidas preventivas y medidas correctivas y para manejar los nutrientes eficientemente, sostener del recurso suelo e incrementar la rentabilidad de la producción de palma aceitera. Se ha progresado mucho en los últimos años en el desarrollo de soluciones por sitio específico, en comparación con las aplicaciones generales de una sola recomendación para toda la plantación (Goh et al., 2003).

La investigación se ha enfocado principalmente en mejorar el diagnóstico foliar, herramienta que se ha convertido en la estrategia más usada para detectar y eliminar las deficiencias de nutrientes. Para condiciones de sitio específico, se pueden hacer predicciones seguras de las necesidades de nutrientes debido a que la respuesta en rendimiento a la aplicación de fertilizantes individuales se correlacionan bien con el contenido de nutrientes en la hoja, con excepción del boro (B).

Se han elaborado conceptos genéricos para la interpretación de resultados de análisis foliares, particularmente para identificar los niveles óptimos y respuestas en rendimiento a partir de los análisis foliares considerando la interacción entre nutrientes. Las recomendaciones de fertilización se desarrollan basándose en el diagnóstico foliar soportado por experimentos multifactoriales en el campo.

El principal propósito de los experimentos multifactoriales de fertilización es evaluar la respuesta en rendimiento a los nutrientes, observar los cambios en contenido de nutrientes en las hojas, calcular la eficiencia de recuperación de los nutrientes aplicados con los fertilizantes y evaluar la interacción de nutrientes cuando más de uno es incluido en el

experimento. Si bien se requieren experimentos multifactoriales para obtener información detallada en la interacción y uso eficiente de nutrientes, las plantaciones pueden buscar alternativas para afinar la recomendación de fertilización.

Evidentemente existe necesidad de explorar nuevos conceptos de sitio específico para optimizar el uso de nutrientes considerando el análisis de las brechas de rendimiento, rendimiento potencial definido en los lotes donde se usan las mejores prácticas de manejo (se pueden incluir parcelas de omisión para determinar el rendimiento limitado por cada nutriente y para estimar la eficiencia agronómica de los nutrientes, es decir, el incremento en rendimiento por unidad de nutriente aplicado). Esto se logra utilizando los conceptos presentado en este artículo.

Bibliografía

- Fairhurst, T.H., J.P. Caliman, R. Härdter, and C. Witt. 2005. Oil Palm: Nutrient disorders and nutrient management. Singapore: Potash & Phosphate Institute/Potash & Phosphate Institute of Canada (PPI/PPIC), International Potash Institute (IPI), French Agricultural Research Centre for International Development (CIRAD) and Pacific Rim Palm Oil Ltd (PROL). pp. 1-67.
- Foster, H. 2003. Oil Palm: Management for large and sustainable yields. In Fairhurst, T.H. and R. Härdter, eds. Singapore: Potash & Phosphate Institute/Potash & Phosphate Institute of Canada (PPI/PPIC) and International Potash Institute (IPI). pp. 231-257.
- Goh, K-J, R. Härdter and T.H. Fairhurst. 2003. The Oil Palm - Management for Large and Sustainable Yields (in press). In Fairhurst, T.H. and R. Härdter, eds. Singapore: Potash & Phosphate Institute of Canada (PPIC).
- Griffiths, W., T.H. Fairhurst, I.R. Rankine, A.G. Kerstan, and C. Taylor. 2002. Proceeding of the International Oil Palm Conference and Exhibition. Bali, Indonesia, 8-12 July 2002. IOPRI. pp. 27-57.
- Paramanathan, S. 2003. Oil Palm – Management for large and sustainable yields. In Fairhurst, T.H. and R. Härdter, eds. Singapore: Potash & Phosphate Institute/Potash & Phosphate Institute of Canada (PPI/PPIC) and International Potash Institute (IPI). pp. 27-57.
- Witt, C., T.H. Fairhurst, and W. Griffiths. 2005. Proceedings of the 5th National ISP Seminar, Johor Bahru, Malaysia, 27-28 June 2005. Incorporated Society of Planters: Kuala Lumpur. pp. 1-22. ♦

CRITERIOS PARA EL MANEJO DE LA FERTILIZACION DE LA SOYA

Fernando García*

Introducción

El marcado liderazgo de la soya sobre los otros cultivos en Argentina, y la región del Cono Sur, hace que gran parte del área cultivada anualmente se encuentre ya sea bajo monocultivo o en rotaciones en las cuales otros cultivos se encuentran en una proporción muy reducida. Desde el punto de vista de fertilidad del suelo, esta situación genera interrogantes importantes acerca del balance del carbono (C) y, por lo tanto, de la materia orgánica (MO) y de los nutrientes del suelo.

Por otra parte, el papel dominante de la soya en la agricultura de la región hace imprescindible conocer y manejar la nutrición del cultivo para maximizar rendimientos y rentabilidad de la empresa. En la primera parte de este artículo se presenta una síntesis del estado actual del conocimiento sobre el manejo de las deficiencias nutricionales más comunes y la respuesta del cultivo. En la segunda parte se discute brevemente el impacto del manejo previo de la fertilidad del suelo sobre el cultivo y el impacto de la fertilización del cultivo en la fertilidad del suelo.

Manejo de la nutrición y fertilización de soya

Si bien las técnicas de manejo han mejorado en los últimos años (variedades, fechas de siembra, control de malezas, cosecha, etc.), el uso de fertilizantes en soya ha sido muy escaso. Resultados de investigaciones realizadas en la región pampeana de Argentina demuestran la posibilidad de respuesta del cultivo a nutrientes como fósforo (P) y azufre (S) (Díaz Zorita, 2003).

Deficiencias nutricionales y respuestas a la fertilización

Los nutrientes generalmente deficientes para el cultivo bajo las condiciones de las distintas regiones productoras de soya de Argentina son: nitrógeno (N), P y S. En los últimos años, a partir de la intensificación de la agricultura (mayores rendimientos y reducción de períodos bajo pastura), se han observado en algunas zonas deficiencias de algunos nutrientes secundarios y micronutrientes.



Nitrógeno

Si bien la soya presenta requerimientos muy elevados de N, gran parte de este requerimiento es cubierto vía fijación biológica (FBN). En la región pampeana se han determinado aportes de N por FBN del orden del 30-70% de las necesidades totales de N del cultivo, dependiendo del nivel de N nativo del suelo y de las características climáticas del ciclo de crecimiento (González, 1996). Por lo tanto, la inoculación de la semilla es una práctica indispensable, y de bajo costo, para lograr una adecuada provisión de N. Díaz Zorita (2004) determinó respuestas promedio a la inoculación de 806 kg/ha en 21 lotes sin historia de soya y de 342 kg/ha en 28 lotes con historia previa de soya.

Evaluaciones realizadas en el centro-norte de Buenos Aires (Scheiner et al., 1999) y el sur de Santa Fe (Bodrero et al., 1984) indican que si el establecimiento de la simbiosis es exitoso, la soya no responde a la fertilización nitrogenada. Las experiencias con fertilizaciones durante el periodo reproductivo, destinadas a proveer N durante el llenado de grano cuando la actividad de los nódulos disminuye, han mostrado resultados variables según la oferta de N del suelo, el estado y crecimiento del cultivo y el rendimiento obtenido (Wesley et al., 1998; Scheiner et al., 1999; Ventimiglia et al., 1999).

Fósforo

La respuesta de los cultivos a la fertilización con P depende del nivel de disponibilidad de este nutriente en

* Tomado de: García, F. 2005. Soja: Criterios para el manejo de la fertilización del cultivo. *Informaciones Agronómicas* 27:1-5. IPNI, Cono Sur.

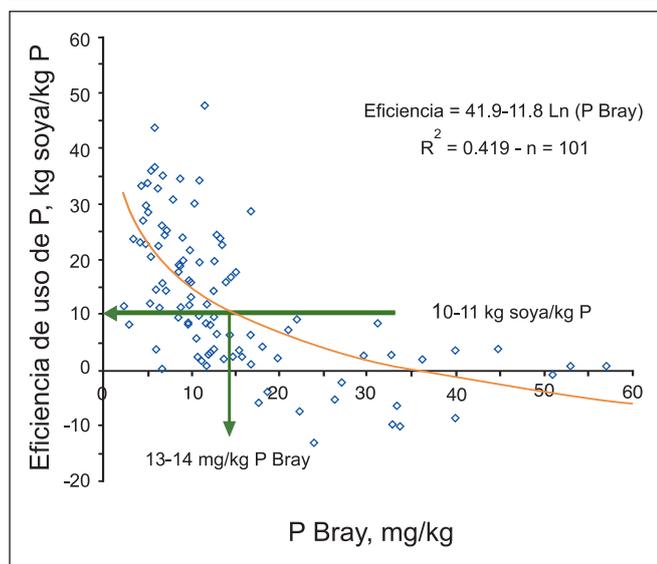


Figura 1. Eficiencia de uso de fósforo (P) en soja en función del contenido de P (Bray) en el suelo para 101 ensayos en la Región Pampeana Argentina (1996-2004). Elaborado a partir de información de INTA, Proyecto INTA Fertilizar, FA-UBA, FCA-UNER y CREA Sur de Santa Fe. La línea horizontal indica una eficiencia de uso de 10-11 kg de soya por kg de P aplicado y la vertical el nivel crítico estimado de 13-14 mg/kg de P en el suelo.

el suelo, pero también es afectada por otros factores del suelo, del cultivo y de manejo del fertilizante. Los niveles críticos de P en el suelo, aquellos por debajo de los cuales se observan respuestas significativas a la fertilización, son menores para soja que para otros cultivos tales como alfalfa, trigo y maíz. Esta diferencia ha sido atribuida, entre otras causas, a cambios generados en la rizosfera y al alto costo energético de los granos de soja (aceite + proteína). La **Figura 1** muestra la eficiencia de uso del P aplicado (kg de soya por kg de P aplicado) en función del nivel de P (Bray) del suelo para 101 ensayos realizados en la región pampeana de Argentina entre 1996 y 2004. De acuerdo a la relación observada en la **Figura 1**, los suelos con niveles de P menores de 13-14 mg/kg presentarían respuestas rentables a la fertilización con P. Las recomendaciones de fertilización se basan en el nivel de

P y el rendimiento esperado (Echeverría y García, 1998).

Azufre

En los últimos años se han observado respuestas a la fertilización con S en soja y en otros cultivos (maíz, trigo, canola, alfalfa, pasturas) en Argentina. Las respuestas se observan principalmente en suelos degradados, con muchos años de producción continua (especialmente soja) y con historia de cultivos de alta producción y en suelos arenosos de bajo contenido de MO (Martínez y Cordone, 1998; Martínez y Cordone, 2000; Díaz Zorita et al., 2002). Estas respuestas se han observado tanto en el primer ciclo del cultivo con aplicaciones directas de S, como en el segundo ciclo que tuvo aplicaciones de S en el cultivo antecesor, generalmente trigo. La **Tabla 1** resume las respuestas a S observadas en cultivos de soja de primer ciclo en distintas redes de ensayos realizadas en los últimos años. Sobre un total de 142 ensayos, 57 ensayos mostraron respuestas significativas a S (40%). Las respuestas a S varían entre 300 y 800 kg/ha según el sitio.

Si bien hay claros indicios de cuales son los ambientes de respuesta a la fertilización con S, aun no se dispone de una metodología confiable para predecir los sitios con respuesta probable a S (Gentiletti y Gutiérrez, 2004). Un factor de importancia, aparte de los ya conocidos errores en el análisis de suelos y las bajas cantidades de S necesarias para cubrir la demanda del cultivo, es la presencia de sulfatos (SO_4) en el agua de napas superficiales. Algunas redes de ensayos han permitido determinar umbrales críticos de S como sulfato ($S-SO_4$), a 0-20 cm de profundidad en pre-siembra, de alrededor de 10 mg/kg, con contenidos inferiores a este valor la respuesta a la aplicación de S es altamente probable. Otra alternativa, actualmente en evaluación, es la caracterización de sitios deficientes determinando la concentración de S en grano del cultivo anterior.

Tabla 1. Sitios con respuesta a azufre en distintas redes de ensayos conducidas en los últimos años en Argentina.

Zona y Campaña	Sitios con respuesta/ Total sitios	Referencia
Centro-Sur de Santa Fe, 2000/01	8/11	Martínez y Cordone (2003)
Región Pampeana, 2000/01 y 2001/02	10/47	Díaz Zorita et al., 2002
Sur de Santa Fe y Sudeste de Córdoba 2001/02	1/6	CREA Sur de Santa Fe
Córdoba, 2001/02	2/4	Rubione et al., 2002
Sur de Santa Fe y Norte de Buenos Aires, 2002/03	4/6	Ferraris et al., 2004
Centro-Sur Santa Fe, 2003/04	13/19	Gentiletti y G. Boem, 2004
Sur de Santa Fe y Sudeste de Córdoba, 2003/04	17/44	CREA Sur de Santa Fe
Sur de Santa Fe y Sudeste de Córdoba, 2003/04	2/5	CREA Sur de Santa Fe

Las dosis de S recomendadas varían, según el nivel de rendimiento esperado y la historia agrícola del lote, entre 10 y 15 kg/ha de S en soja de primer ciclo y entre 15 y 20 kg/ha de S en aplicaciones en trigo para la rotación trigo-soya.

Otros nutrientes

La investigación y las observaciones de campo de los últimos años no han demostrado respuestas consistentes y/o generalizadas a la aplicación de otros nutrientes. Los nutrientes que han demostrado mayores posibilidades de respuesta en soja (además de N y P) son: boro (B), calcio (Ca), magnesio (Mg), molibdeno (Mo) y cobre (Cu).

La intensificación de la agricultura ha resultado en la disminución de los niveles de bases (Ca y Mg) y pH en algunos suelos, especialmente en el Norte de la región pampeana. En estos suelos se han encontrado respuestas significativas a la aplicación de enmiendas calcáreas y/o dolomíticas en alfalfa y soja. Se han determinado bajos niveles de B, zinc (Zn) y Cu en el suelo y en los tejidos de girasol, maíz y trigo. De estos tres elementos, B y Cu serían los primeros a considerar para el cultivo de soja. Otros trabajos han demostrado la importancia de una adecuada nutrición con Mo y cobalto (Co) y respuestas en rendimiento cuando estos nutrientes se aplicaron con la semilla y el inoculante.

Aplicación de fertilizantes

En cuanto a la forma de aplicación, es recomendable evitar la aplicación de fertilizantes junto con la semilla, debido a la susceptibilidad de la soja y, en particular de las bacterias de los inoculantes añadidos a la semilla, a los efectos fitotóxicos generados por la disolución de los fertilizantes (salinidad, pH, amoníaco). Estos efectos sobre la semilla y las bacterias dependen del fertilizante utilizado y de la humedad del suelo. Los fertilizantes deben colocarse a unos 3-5 cm de la línea de siembra.

Experiencias realizadas en los últimos años en Iowa (EE.UU.) y en Argentina con soja en siembra directa indican que la aplicación de fertilizantes fosfatados al voleo, 60-90 días antes de la siembra, puede resultar en respuestas similares a las obtenidas con aplicaciones en línea a la siembra. Las aplicaciones al voleo de fertilizantes portadores de S son eficientes debido a la movilidad del anión SO_4 en el suelo.

La amplia disponibilidad en el mercado de fertilizantes portadores de P y S en forma simple o en mezclas físicas y químicas facilita la elección de la fuente, forma y momento de aplicación. El costo por unidad de

nutriente aplicado es un factor importante en la decisión.

En los últimos años se ha difundido el uso de yeso (sulfato de calcio, SO_4Ca) como fuente de S. El yeso tiene un comportamiento similar a las otras fuentes de S en forma de sulfato si el tamaño de partícula del producto es pequeño, debido que su solubilidad es menor que la de otras fuentes de SO_4 . Por otra parte, se debe ser muy cuidadoso al decidir la compra de yeso ya que en muchos casos estos productos presentan impurezas no deseables.

Manejo de la nutrición de la soja y la fertilidad del suelo

La expansión de la soja y la falta de nutrición balanceada han generado efectos negativos en la fertilidad del suelo. Un ejemplo evidente lo constituye la zona centro-sur de Santa Fe, donde la expansión del cultivo de soja produjo erosión y redujo drásticamente los contenidos de materia orgánica (MO) y de P disponible en el suelo (Cordone y Martínez, 2004). La degradación resultante de la disminución del contenido de MO y del agotamiento de nutrientes del suelo afecta la productividad de la soja y de otros cultivos a corto plazo en zonas con historia agrícola prolongada, y a mediano plazo en áreas de poca historia de agricultura.

Se debe tener en cuenta que en soja el aporte de N vía FBN no siempre resulta en un balance positivo de N en el suelo. Para producir un rendimiento de 4000 kg/ha la soja debe absorber 320 kg/ha de N, sin embargo, se exportan aproximadamente 240 kg/ha de N con la cosecha. Si se considera que el 50% del N total acumulado proviene de FBN, es decir 160 kg/ha de N, el aporte neto del N del suelo (N disponible a la siembra y/o mineralizado luego de la MO) sería de más de 80 kg/ha de N. De esta forma se reduce paulatinamente el contenido de MO del suelo que es la principal reserva de N en el suelo (95-99% del N total).

La reposición de N al suelo debería realizarse en otro cultivo, debido a que en soja se pretende maximizar la FBN (Cordone y Martínez, 2004). La reposición de otros nutrientes también puede realizarse vía fertilización, pero los niveles de aplicación actuales son menores a los de extracción.

El manejo de la fertilización de la rotación cultivo trigo-soya constituye un excelente ejemplo de los efectos del manejo previo de la fertilidad del suelo en el cultivo de soja. Numerosas evaluaciones realizadas en los últimos años han demostrado que la fertilización con P y S en la rotación puede hacerse en la aplicación al trigo y esta aplicación sirve también para soja

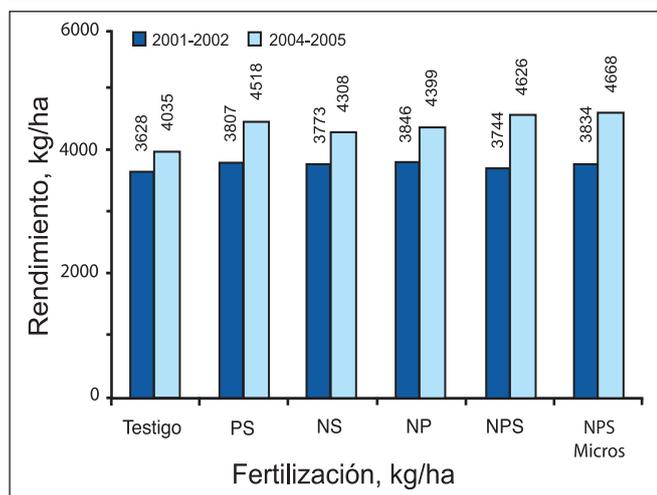


Figura 2. Rendimientos de soja de primer ciclo, promedios de cinco sitios, de seis tratamientos de fertilización en las campañas 2001-2002 y 2004-2005. Red de Nutrición CREA Sur de Santa Fe. Los tratamientos de fertilización se repitieron durante cinco años en las mismas parcelas.

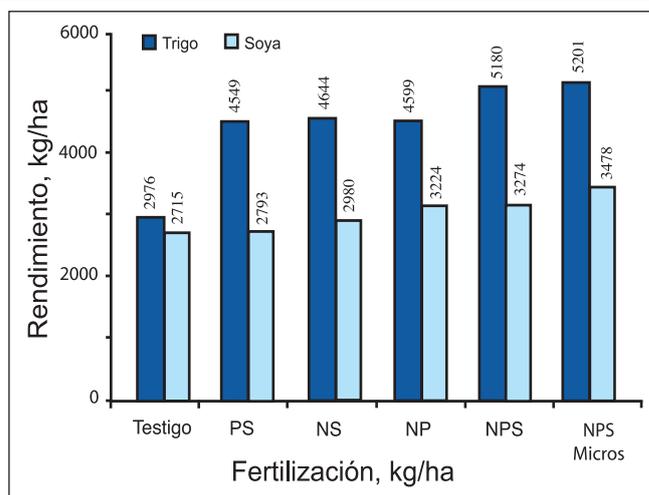


Figura 3. Rendimientos de trigo y soja de segundo ciclo en el periodo 2004-2005 sobre parcelas que recibieron distintos tratamientos de fertilización NPS en los cuatro años previos. El doble cultivo trigo-soya recibió una fertilización de 86, 27 y 10 kg/ha de N, P y S, respectivamente, en todas las parcelas. Ensayo El Fortín, Red de Nutrición CREA Sur de Santa Fe.

(Salvagiotti et al., 2005). Efecto residual de P se puede prolongar por varios años (Berardo, 2003).

La **Figura 2** muestra los rendimientos promedios de soja de primer ciclo de la Red de Nutrición de los CREA Sur de Santa Fe en el periodo 2001-2002 y 2004-2005. Los cinco sitios incluidos en esta Red recibieron los mismos tratamientos de fertilización en las mismas parcelas desde el año 2000. Las diferencias en la respuesta en rendimiento a los tratamientos fueron de 218 kg/ha en el periodo 2001-2002 y 633 kg/ha en el periodo 2004-2005.

El mayor efecto encontrado en el periodo 2004-2005, más allá de las diferencias en condiciones climáticas entre campañas, indicaría que la soja estaría respondiendo a la acumulación de fertilidad como ya se ha observado en trigo y maíz en esta misma red de ensayos. Debe aclararse que los tratamientos que incluyen aplicación de N, ésta solo se hizo a la siembra de trigo o maíz, la soja de primer ciclo nunca recibe fertilización nitrogenada.

En la misma Red de Nutrición de CREA Sur de Santa Fe también se evaluó el efecto residual de la fertilización, o efectos de acumulación de fertilidad, en un ensayo de trigo-soya de la campaña 2004-2005 (**Figura 3**). Este sitio recibió seis tratamientos de fertilización durante cuatro años (2000-2003) en una rotación maíz-trigo-soya. En la campaña 2004-2005, todos los tratamientos recibieron la misma fertilización (86, 27 y 10 kg/ha de N, P y S, respectivamente).

Las diferencias entre los tratamientos observadas en rendimientos de trigo y soja de segundo ciclo se deben

exclusivamente al efecto de acumulación de fertilidad a lo largo de cuatro años, a pesar de haber recibido fertilización NPS en la campaña 2004-2005. Las diferencias entre el tratamiento que recibió NPS durante 4 años y el testigo son de 2204 kg/ha para trigo y de 559 kg/ha para soja de segundo ciclo. Estos efectos probablemente se deban no solamente al efecto residual de N, P y S, sino también a efectos como: mayor producción de rastrojo, mayor desarrollo de raíces, más sustrato para la población microbiana del suelo, etc.

En síntesis, la fertilización puede ser una herramienta estratégica para aumentar el rendimiento y mejorar la rentabilidad del cultivo de soja. El manejo de la nutrición y fertilización del cultivo se puede enfocar conceptualmente en manejo de la fertilidad del suelo o de la nutrición de la rotación.

Bibliografía

Berardo A. 2003. Manejo del fósforo en los sistemas de producción pampeanos. In Simposio “El fósforo en la agricultura argentina”. INPOFOS Cono Sur. Acassuso, Buenos Aires. pp. 38-44.

Bodrero M., R. Martignone y L. Macor. 1984. Efecto de la fertilización nitrogenada en soja. Ciencia del Suelo 2:212-214.

Cordone G. y F. Martínez. 2004. El monocultivo de soja y el déficit de nitrógeno. Informaciones Agronómicas del Cono Sur. INPOFOS Cono Sur. Acassuso, Buenos Aires, Argentina. 24:1-4.

Continúa en la pág. No. 14

REPORTE DE INVESTIGACION RECIENTE

EFFECTO DE LA FERTILIZACION NITROGENADA Y POTASICA EN LA PRODUCCION DEL BANANO *Musa AAA* EN LA REGION DEL TROPICO DE COCHABAMBA, BOLIVIA

Colque, O., E. Iquize y A. Ferrufino. 2006. Efecto de la fertilización nitrogenada y potásica en la producción del banano en la región del trópico de Cochabamba, Bolivia. Memorias de la XVII Reunión Internacional de ACORBAT pp. 616-623.

El presente trabajo se realizó en las localidades de la Playa, Senda B y 16 de Julio, provincias Chapare y Carrasco del Trópico de Cochabamba Bolivia, durante el periodo Junio de 2003 a Diciembre de 2004, con el objetivo de validar los beneficios productivos y económicos de la fertilización nitrogenada y potásica en la producción de banano (*Musa AAA*), recomendada por el Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria IBTA/Chapare. Se compararon fincas en las que se validaron a nivel comercial, recomendaciones de fertilización nitrogenada y potásica (200 kg de N ha⁻¹ año⁻¹ y 400 kg K₂O ha⁻¹ año⁻¹, fraccionados en 12 ciclos por año) más labores culturales, con fincas testigos (adyacentes) que no fertilizaron. Los resultados mostraron que las variables peso de racimo y número de manos por racimo, mostraron diferencias altamente significativas comparando las fincas de validación con los testigos y entre localidades. El análisis estadístico para la variable conversión fue significativo entre tratamientos y en la interacción por localidad, el incremento promedio de la conversión fue del 17% comparado con las fincas testigos o adyacentes. Los ingresos netos de las fincas manejadas con tecnología propuesta por IBTA/Chapare y fincas testigo fueron de 1098 y 706 \$US respectivamente. ❖

EFFECTO DE LA DEFICIENCIA DE POTASIO EN CONTENIDO DE NITROGENO EN EL FLOEMA Y EN LAS POBLACIONES DE AFIDOS EN SOYA

Walter, A.J. and C.D. DiFonzo. 2007. Soil potassium deficiency affects soybean phloem nitrogen and soybean aphid populations. Environ. Entomol. 36(1): 26-33.

Los áfidos son una plaga invasiva de la soya en el Medio Oeste de los EEUU, con frecuentes brotes que aumentan la población rápidamente. Trabajos previos han mostrado que la densidad de población de áfidos es mucho más alta en soya con deficiencia de potasio (K) que en plantas de soya bien nutrida. Los experimentos reportados aquí prueban la hipótesis que

la nutrición con K en la planta hospedera afecta las formas de nitrógeno (N) que están disponibles en el floema para la nutrición de los áfidos que atacan la soya y en consecuencia su abundancia. En experimentos de campo y en un experimento en cajas de exclusión, donde la población de áfidos fue alta, las plantas de soya con síntomas de deficiencia de K tuvieron una mayor densidad de población de áfidos que las plantas sin síntomas de deficiencia. En el experimento de cajas de exclusión, se observó que este efecto fue causado por una temprana reproducción de los áfidos y un mayor número de ninfas de áfidos por madre en las plantas creciendo en suelos con poco K. En muestras de exudados del floema, el porcentaje de asparagina, un importante aminoácido para la reproducción de los áfidos, se incrementó con la reducción de K en el suelo, debido quizá al papel del K en el uso de N por la planta. Tomándose en conjunto, estos resultados demuestran que la deficiencia de K puede dar como resultado una mayor población de áfidos en soya por un efecto de abajo hacia arriba. Un posible mecanismo para esta relación es que la deficiencia de K en soya mejora la nutrición con N de estos insectos que normalmente están limitados por la disponibilidad de este nutriente. Al liberar a estos herbívoros de las limitaciones de N, la deficiencia de K de la planta hospedera puede permitir que la población de áfidos alcance niveles más altos en forma más rápida en el campo. ❖

EFFECTO DEL NITRATO Y EL AMONIO SOBRE EL CRECIMIENTO Y EFICIENCIA DEL NITROGENO EN YUCA

Lopez, J., C. Pelacani e W. Araújo. 2006. Efeito do nitrato e amônio sobre o crescimento e eficiência de la utilização do nitrogênio em mandioca. Bragantia 65(3).

Se condujo el presente estudio para evaluar el efecto de la fuente de N sobre la acumulación de materia seca y la absorción, distribución y utilización del N por la yuca. Se utilizó la variedad Cigana preta que se cultivó en solución nutritiva en contenedores con capacidad de 11 litros. El nivel de N en la solución fue de 12 moles/m³ y los tratamientos consistieron en 5 proporciones de NO₃⁻: NH₄⁺, de la siguiente manera: 12:0, 9:3, 6:6, 3:9 y 0:12 moles/m³. Las evaluaciones a los 90 días después de la siembra determinaron que la menor producción de materia seca total se obtuvo en las plantas cultivadas solamente con nitrato o solamente con amonio como fuente de N. En este aspecto, el amonio fue más perjudicial que el nitrato para el crecimiento. La concentración de NH₄⁺ libre en el

tejido vegetal fue mayor en las raíces de absorción, seguida por las hojas y raíces de almacenamiento. La eficiencia de absorción de N fue mayor en las plantas cultivadas con las mayores proporciones de NH_4^+ . Los resultados indican que el cultivo de la yuca crece mejor en una solución con una mezcla de NO_3^- y NH_4^+ , particularmente en proporciones de 9:3 y 6:6.❖

FERTILIZACION CON FOSFORO PARA INCREMENTAR LA ABSORCION DEL NITROGENO AL SUELO EN PLANTAS JOVENES DE *Eucalyptus grandis*

Graciano, C., J. Goya, J. Frangi y J. Guiamet. 2006. *Fertilization with phosphorus increases soil nitrogen absorption in young plants of Eucalyptus grandis. Forest Ecology and Management. 236:202-210.*

El nitrógeno (N) y fósforo (P) son los nutrientes que más comúnmente limitan el crecimiento de los árboles. Las interacciones entre la fertilización y tipo de suelo son bien conocidas y ocurren en suelos con moderada o

baja disponibilidad de N. Frecuentemente se recomienda la fertilización con N para mejorar la nutrición de los árboles. El objetivo de este estudio fue analizar efecto de diferentes dosis de P y N, aplicadas en tres tipos de suelo, en el peso de materia seca y en la acumulación y partición de nutrientes en plantas jóvenes de *Eucalyptus grandis*, así como el efecto de la fertilización con P en el incremento de la absorción de N. Las dosis de N fueron 1.2 y 4 g de urea (46% de N) ó 6, 12 y 24 g de superfosfato triple (20% de P) por planta. Se determinó el peso de la materia seca y la partición de nutrientes a los 44, 72 y 84 días después del transplante (DDT). Se evaluaron las interacciones entre el tipo de suelo y fertilización. La proporción de raíz:masa total disminuyó con la fertilización fosfórica en todos los suelos. La fertilización con P promovió el crecimiento y mejoró la absorción de N y S más que la fertilización nitrogenada, aun cuando algunos de los suelos utilizados tienen muy bajo contenido de N (0.03%). Nuestros datos sugirieron que la fertilización con P incrementa la absorción de N a través de un mecanismo que no está relacionado con incremento de la demanda de N producida por un mejor crecimiento.❖

Crterios para el manejo de la fertilización ...

Díaz Zorita M. 2003. Soja: criterios para el manejo de la fertilización del cultivo. En E. Satorre (ed.). El Libro de la Soja. SEMA. Buenos Aires, Argentina.

Díaz Zorita M. 2004. Nutrición balanceada y manejo de la inoculación. Cuadernillo Soja. Revista Agromercado. pp. 14-17.

Díaz Zorita M., F. García y R. Melgar (coord.). 2002. Fertilización en soja y trigo-soja: Respuesta a la fertilización en la región pampeana. Boletín Proyecto Fertilizar. EEA INTA Pergamino. 44 p.

Echeverría H. y F. Garcia. 1998. Guía para la fertilización fosfatada de trigo, maíz, girasol y soja. Boletín Técnico No. 149. EEA INTA Balcarce.

Ferraris G., F. Salvagiotti, P. Prystupa y F. Gutiérrez Boem. 2004. Disponibilidad de azufre y respuesta de la soja de primera a la fertilización. Actas CD XIX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Paraná, Entre Ríos. AACs.

Gentiletti A. y F. Gutiérrez Boem. 2004. Fertilización azufrada de soja en el centro-sur de Santa Fe. Informaciones Agronómicas del Cono Sur 24:12-14. INPOFOS Cono Sur. Acassuso, Buenos Aires, Argentina.

González N. 1996. Fijación de nitrógeno. En Curso de Actualización "Dinámica de nutrientes en suelos agrícolas". EEA INTA Balcarce.

Martínez F. y G. Cordone. 1998. Fertilización azufrada en soja. Jornadas de Azufre. UEEA INTA Casilda, Septiembre, 1998. Casilda, Santa Fe, Argentina

Martínez F. y G. Cordone. 2000. Avances en el manejo de

azufre: Novedades en respuesta y diagnóstico en trigo, soja y maíz. In Jornada de Actualización Técnica para Profesionales "Fertilidad 2000". INPOFOS Cono Sur. Acassuso, Buenos Aires, Argentina.

Martínez F. y G. Cordone. 2003. Fertilización en soja de primera y en trigo-soja de segunda en la región pampeana norte. En E. Satorre (ed.). El Libro de la Soja. SEMA. Buenos Aires, Argentina.

Rubione C., P. Hernández y E. Tronfi. 2002. Fertilización de soja en le provincia de Córdoba. Resultados de ensayos, Campaña 2001/02. Informaciones Agronómicas del Cono Sur 15:1-6. INPOFOS Cono Sur. Acassuso, Buenos Aires, Argentina.

Salvagiotti F., G. Gerster, S. Bacigaluppo, J. Castellarín, C. Galarza, N. González, V. Gudelj, O. Novello, H. Pedrol, y P. Vallote. 2005. Efectos residuales y directos de fósforo y azufre en el rendimiento de soja de segunda. Ciencia del Suelo 22(2):92-101.

Scheiner J., F. Gutiérrez Boem y R. Lavado. 1999. Experiencias de fertilización de soja en el centro-norte de Buenos Aires. En Jornada de Actualización Técnica para Profesionales "Fertilización de Soja". INPOFOS Cono Sur. Acassuso, Buenos Aires. 39 p.

Ventimiglia L., H. Carta y S. Rillo. 1999. Fertilización foliar nitrogenada complementaria. Agromercado, Cuadernillo No. 40. Buenos Aires, Argentina.

Wesley T., R. Lamond, V. Martin y S. Duncan. 1998. Effects of late season nitrogen fertilizer on irrigated soybean yield and composition. J. Prod. Agric. 11:331-336.❖

CURSOS Y SIMPOSIOS

1. Simposio "Fertilidad 2007" Bases para el Manejo de la Nutrición de los Cultivos y los Suelos

Organiza : IPNI - Cono Sur
Fertilizar Asociación Civil
Lugar y Fecha : Rosario - Argentina
Mayo 10-11, 2007
Información : IPNI - Cono Sur
Tel.: 54 11 4798 9988
Fax.: 54 11 4798 9939
lpisauri@ipni.net

2. Zinc en los Cultivos: Mejoramiento de la Producción de Cultivos y la Salud Humana

Organiza : IFA
Lugar y Fecha : Estambul - Turquía
Mayo 22-24, 2007
Información : IFA
Tel.: 33 1 5393 0500
Fax.: 33 1 5393 0545
ifa@fertilizer.org
www.fertilizer.org

3. V Congreso Internacional de la Sociedad Europea de Conservación de Suelos

Organiza : BIBA Congressi
Lugar y Fecha : Palermo - Italia
Junio 25-30, 2007
Información : BIBA Congressi
Tel.: 39 09 1527 416
Fax.: 39 09 1527 062
congressi@bibatour.it

4. Conferencia de Agricultura de Precisión InfoAg 2007

Organiza : PPI - FAR
Lugar y Fecha : Illinois - USA
Julio 10-12, 2007
Información : 107 South State Street,
Suite 300
Monticello, IL 61856 USA
Tel.: 217 762 2074
www.infoag.org

5. XVI Simposio Internacional del Centro Científico Internacional de Fertilizantes

Organiza : Universidad de Gent
Lugar y Fecha : Gent - Bélgica
Septiembre 16-19, 2007
Información : Universidad de Gent
Tel.: 32 0 9264 6053
Fax.: 32 0 9264 6247
www.soilman.ugent.be/ciec

6. XVII Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo

Organiza : SLCS
Lugar y Fecha : Guanajuato - México
Septiembre 17-21, 2007
Información : SLCS
lbrs@slcs.org.mx
www.slcsorg@slcs.org.mx

7. 4th Conferencia Internacional de Nitrógeno

Organiza : INI
Lugar y Fecha : Costa do Sauipe - Brazil
Octubre 1-5, 2007
Información : INI
Luis Antonio Martinelli
Tel: 19 3429 4074
martinelli@cena.usp.br
www.nitrogen2007.com

8. V Simposio Internacional: Interacciones de Minerales de Suelo con Componentes Orgánicos y Microorganismos

Organiza : Universidad de La Frontera
Lugar y Fecha : Pucón - Chile
Noviembre 26-30, 2008
Información : Dra. María de la Luz Mora
Tel.: 56 45 744 240 - 41
Fax.: 56 45 325 053
mariluz@ufro.cl
www.ismom2008ufro.cl

PUBLICACIONES DISPONIBLES



Las siguientes publicaciones del IPNI se encuentran disponibles al siguiente costo en dólares

- * **Manual de Arroz: Desórdenes Nutricionales y Manejo de Nutrientes.** Esta publicación contiene información que permite desarrollar estrategias de recomendaciones de fertilización del arroz cultivado en regiones tropicales y subtropicales. \$ 25.00
- * **Guía Práctica para el Manejo de Nutrientes en Arroz.** Contiene una discusión concisa y muy práctica de las estrategias de manejo nutricional y recomendaciones de fertilización del arroz cultivado en regiones tropicales y subtropicales. Excelente herramienta de apoyo en el contacto diario con los agricultores. \$ 15.00
- * **Guía de Campo, Serie en Palma Aceitera, Volumen 1: Vivero.** Guía de campo preparada específicamente para uso práctico en el manejo diario de la palma aceitera. El volumen 1 cubre el manejo del vivero para producir plántas de calidad que deben estar disponibles para la siembra en el campo en el momento requerido. \$ 20.00
- * **Guía de Campo, Serie en Palma Aceitera, Volumen 2: Fase Inmadura.** Guía de campo preparada específicamente para uso práctico en el manejo diario de la palma aceitera. El volumen 2 cubre el manejo de la fase inmadura de la plantación para lograr una población uniforme de palmas productivas en cada bloque del campo. \$ 20.00
- * **Guía de Campo, Serie en Palma Aceitera, Volumen 3: Fase Madura.** Guía de campo preparada específicamente para uso práctico en el manejo diario de la palma aceitera. El volumen 3 cubre el manejo de la fase madura de la plantación para lograr rendimientos sostenidos de racimos de fruta fresca a través de toda la etapa productiva del cultivo. \$ 20.00
- * **Síntomas de Deficiencias de Nutrientes y Desórdenes en Palma Aceitera.** Guía de Bolsillo para técnicos a cargo del manejo de plantaciones que deseen identificar los síntomas de deficiencia en el campo, conocer algo de sus causas y como éstas podrían prevenirse o remediarse. \$ 8.00
- * **Síntomas de Deficiencias Nutricionales y Otros Desórdenes Fisiológicos en Banano.** Guía de Campo para técnicos y agricultores que permite identificar en el campo los síntomas de deficiencias nutricionales, conocer sus causas y determinar una estrategia de prevención o recuperación. \$ 8.00
- * **Manual Internacional de Fertilidad de Suelos.** Publicación didáctica sobre uso y manejo de suelos y fertilizantes con datos y ejemplos de diferentes partes del mundo \$ 15.00
- * **Manual de Nutrición y Fertilización del Café.** Este manual presenta conceptos modernos del manejo de la nutrición y fertilización del cafeto como herramienta para lograr rendimientos altos sostenidos. \$ 20.00
- * **Manual de Nutrición y Fertilización de Pastos.** Esta publicación ofrece a las personas envueltas en la producción ganadera una visión amplia del potencial productivo, de los requerimientos nutricionales y de los factores limitantes impuestos por el ambiente tropical a la producción de forrajes. \$ 15.00
- * **Fertilización del Algodón para Rendimientos Altos.** Publicación que cubre en forma detallada los requerimientos nutricionales, análisis foliar y de suelos y fertilización del cultivo del algodón. \$ 5.00
- * **Nutrición de la Caña de Azúcar.** Este manual de campo es una guía completa para la identificación y corrección de los desórdenes y desbalances nutricionales de la caña de azúcar. El tratamiento completo de la materia y las excelentes ilustraciones hacen de este manual una importante herramienta de trabajo en la producción de caña. \$ 8.00