

INFORMACIONES AGRONOMICAS



INSTITUTO DE LA POTASA Y EL FOSFORO
POTASH AND PHOSPHATE INSTITUTE

Nº 15

• ABRIL 1994

CONTENIDO

	Página
Análisis de nitrógeno en el suelo	1
Relación entre el fósforo y el zinc	5
Nutrición y fertilización potásica de la guayaba	7
El azufre en la nutrición del cultivo de banano en Costa Rica	9
Reporte de investigación reciente	13
Cursos y Simposios	15
Publicaciones de INPOFOS	16

Editor: Dr. José Espinosa

ANALISIS DE NITROGENO EN EL SUELO *

El mantener el N en un ciclo cerrado requiere una mente abierta

El nitrógeno (N), más que ninguno de los otros nutrientes, es el responsable del desarrollo y rendimiento de los cultivos. Además, el N es el nutriente que se aplica más y en una mayor superficie de tierra agrícola. Este nutriente es también adicionado al suelo a través de la descomposición microbiana de la materia orgánica, residuos de cosechas, abonos verdes y residuos de corral. Si se toman en cuenta todas estas fuentes de N, la cantidad añadida al suelo puede exceder las necesidades del cultivo y esto puede producir la acumulación de un exceso de nitrato (NO_3), que está sujeto a ser lixiviado del suelo, con el consecuente riesgo de contaminación de la tabla de aguas.

EL CICLO DEL NITROGENO

Qué sucede con el N en el suelo?. En la Figura 1 se presentan las fuentes y el destino del N en el ciclo agua-suelo-planta. Es imposible el mantener todo el N dentro del ciclo, pero por otro lado, es claro que se debe y se puede minimizar las pérdidas de este nutriente del sistema. El entendimiento adecuado de como se comporta el N en el suelo es beneficioso para los agricultores porque: mejora su rentabilidad y al mismo tiempo protege el ambiente.

* Stauffer, M., and G. Kachanoski. 1994. Nitrogen soil testing. News and Views, January 1994. Potash and Phosphate Institute.

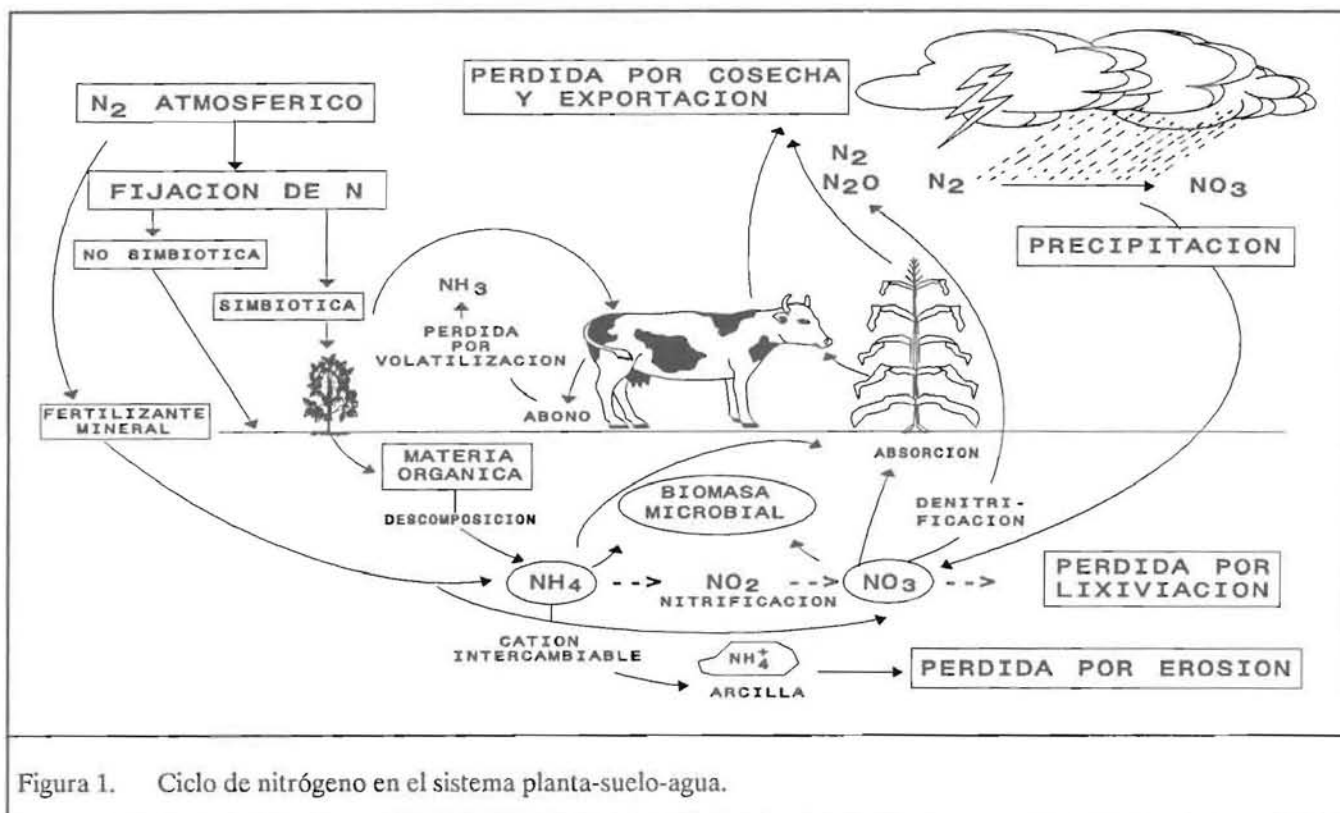


Figura 1. Ciclo de nitrógeno en el sistema planta-suelo-agua.

ES MAS FACIL DECIRLO QUE HACERLO

Al igual que muchas otras cosas, los agricultores y extensionistas saben que lograr una completa eficiencia en el uso de N no es tan fácil como parece. Esto se debe a que la interacción de factores como suelo, clima y manejo determinan la capacidad del suelo para suplir N. La pregunta es entonces: como se hacen las recomendaciones de fertilización con N?. Los investigadores que desarrollan las recomendaciones consideran diversas condiciones entre las que se incluyen:

- Requerimiento de N del cultivo determinado por el rendimiento esperado o la meta de rendimiento.
- Habilidad de la planta para absorber y usar eficientemente N.
- Suplemento de amonio (NH₄) y NO₃ del suelo.
- Contenido de materia orgánica del suelo.
- Uso de abonos verdes o aplicación de residuos de corral.
- Aplicaciones de residuos de cosecha que pueden inmovilizar el N aplicado.

Estas condiciones determinan la respuesta del cultivo a la aplicación de dosis crecientes de N en diversos tipos de suelo y sistemas de cultivo.

En general, en cultivos que producen rendimientos altos, el requerimiento de N es mucho mayor que la capacidad que posee el suelo para suplirlo. Las recomendaciones de N se basan en los rendimientos esperados o en razonables metas de rendimiento, de acuerdo a los resultados de ensayos de investigación donde se ha calibrado las dosis de N con el rendimiento. En Canadá una recomendación común, basada en abundante investigación, indica que se debe aplicar de 21 a 23 kg N por tonelada de maíz. Se toma en cuenta además el aporte de N proveniente de la materia orgánica, residuos de corral, y las leguminosas incluidas en la rotación con maíz.

El análisis de N en el suelo ha sido hasta ahora considerado innecesario en la región maicera del este de América del Norte, donde las condiciones de humedad y precipitación normalmente altas permiten pérdidas de NO₃ por lixiviación. Sin embargo, la potencial acumulación de NO₃ en la tabla de aguas y la gran presión por rentabilidad en el cultivo obligan al agricultor a optimizar la inversión, manejando eficientemente N. Investigación reciente ha desarrollado nueva información que los agricultores y extensionistas

deben entender y utilizar para hacer mejores recomendaciones de N.

DOSIS ECONOMICA MAXIMA DE NITROGENO (DEMAN)

Los resultados de estudios de respuesta a la aplicación de N, conducidos en 202 sitios localizados en Ontario, en el período de 1962-1986, se utilizaron para determinar las relaciones (correlaciones) entre:

- DEMAN y rendimiento máximo
- DEMAN y el rendimiento económico máximo
- DEMAN y la dosis más económica de N
- DEMAN y el tratamiento testigo (sin N)

Las parcelas testigo explican mejor que ningún otro parámetro medido la variabilidad de la Dosis Económica Máxima de N (DEMAN).

Tabla 1. Correlación entre DEMAN y el rendimiento de las parcelas testigo, rendimiento físico máximo y rendimiento económico máximo, en Ontario, Canadá

Región de Ontario	Rendimiento		
	Testigo	Máximo	Económico Máximo
Este	25	7.3	7.3
Centro	56	0.6	0.1
Suroeste 1	49	25	20
Suroeste 2	19	10	14

Los resultados de estas correlaciones indican que no existe una buena predicción de las dosis adecuadas de N al utilizar como parámetro de decisión la meta de rendimiento.

Tradicionalmente se ha utilizado la meta de rendimiento para estimar los requerimientos de N en cultivos de alto rendimiento y alta demanda de N, como el caso del maíz, debido a que el requerimiento de N es mucho mayor que la capacidad que tiene el suelo para suplirlo. Se conoce ahora que significativas cantidades de N permanecen en el suelo, en áreas de alta precipitación, donde el drenaje y la lixiviación eran considerados como las vías para eliminar NO_3 residual. Las diferencias entre regiones y localidades y las diferencias de año a año reducen significativamente la efectividad de la utilización de la meta de rendimiento como parámetro único para determinar la recomendación de N.

EL ANALISIS DE N EN EL SUELO Y EL RENDIMIENTO

Estudios conducidos en Ontario demostraron que el rendimiento tiende a nivelarse cuando el contenido de NO_3 en el suelo es aproximadamente 100 kg/ha, con cualquiera de los rendimientos absolutos obtenidos. El rendimiento promedio de estos ensayos en la provincia fue de 8200 kg/ha aunque en algunos sitios se obtuvieron rendimientos de hasta 9400 kg/ha (Figura 2).

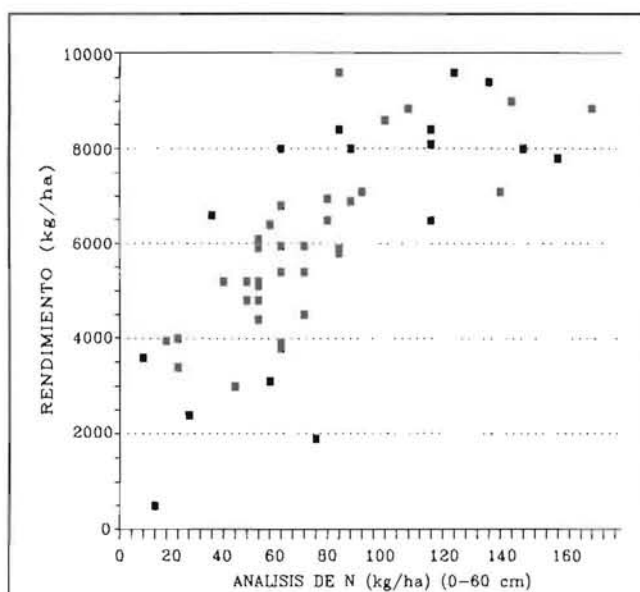


Figura 2. Efecto del contenido de N en el suelo en el rendimiento de maíz de las parcelas testigo de experimentos conducidos en Ontario.

Considerando cada una de las cuatro regiones de la provincia de Ontario mencionadas anteriormente, la interpretación de los datos demostró que:

- El incremento total de rendimiento obtenido sobre el rendimiento de las parcelas testigo explicó el 72, 91, 68 y 76 % del efecto de la DEMAN.
- El incremento económico de rendimiento obtenido sobre el rendimiento de las parcelas testigo explicaron el 87, 93, 74 y 84 % de la variación de DEMAN.

La alta correlación detectada entre el incremento en rendimiento con el rendimiento de las parcelas testigo y con la DEMAN, y la baja correlación del rendimiento de las parcelas testigo con el rendimiento potencial o meta de rendimiento demuestran la baja capacidad de predicción de la DEMAN cuando se basa solamente en la meta de rendimiento.

El contenido de N en el suelo (según análisis) y los datos de incremento de rendimiento indican que al aplicar N el rendimiento de maíz se incrementa hasta alcanzar un límite de respuesta (Figura 3).

Existe poca esperanza de mejorar la precisión de la recomendación de N al no tener el análisis de N en el suelo. Los ensayos de campo de Ontario de 1990 y 1992 demuestran que cuando existe un contenido alto de NO_3 antes de la siembra los rendimientos de las parcelas testigo fueron mayores.

Haciendo uso de esta información, conjuntamente con los datos de incremento del rendimiento, se determinó la relación entre el nivel de NO_3 en el suelo y el DEMAN. La relación entre DEMAN y el nivel de N en el suelo, para diferentes relaciones entre precio del fertilizante y precio del cultivo, se presenta en la Figura 4.

Qué significa todo esto en términos de la recomendación de N? El análisis de N explica el 75% de la variabilidad de DEMAN a través de la relación de precios, tipo de suelo y área de cultivo. Esta es una herramienta de manejo de N muy valiosa.

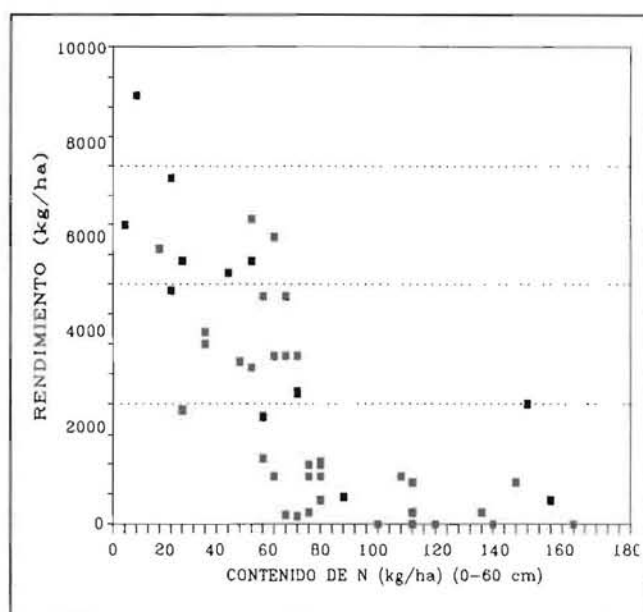


Figura 3. El incremento en rendimiento de maíz sobre la parcela testigo, como respuesta a la aplicación de N, fue mayor cuando el contenido de N en el suelo fue bajo.

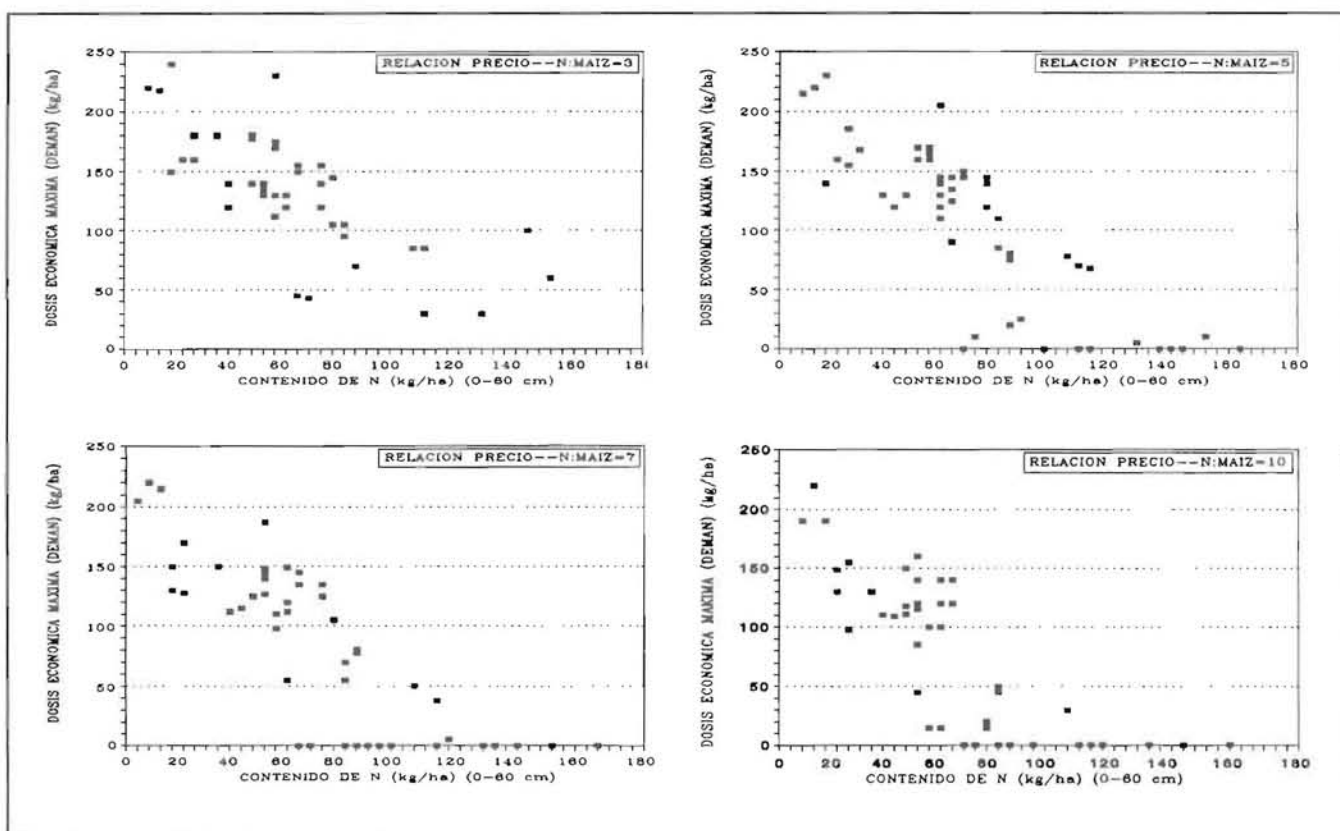


Figura 4. La dosis económica máxima de N (DEMAN) para el maíz depende del contenido de NO_3 en el suelo y de la relación entre el precio del N y el del maíz.

IMPORTANCIA ECONOMICA

El análisis de nitrato (NO_3) en el suelo confirma que las dosis aplicadas, basándose en un análisis de N antes de la siembra, son similares a aquellas recomendaciones con los métodos tradicionales pero, y esto es un punto muy importante de aclarar el análisis de N asegura dosis apropiadas. Esto tiene especial importancia en sistemas agrícolas que usan gran cantidad de residuos de corral. El utilizar la dosis correcta de N mejora la rentabilidad de la producción de maíz.

Además de las oportunidades de tipo económico para los agricultores, la sociedad se beneficia desde el punto de vista ambiental. Las adecuadas prácticas de manejo de N, en muchos casos completamente ignoradas, entre las que se encuentra el análisis de N en el suelo, pueden ayudar a mantener la calidad del agua, al reducir la cantidad de NO_3 que potencialmente podría lixiviarse.

El análisis de suelo es una de las prácticas de manejo de los cultivos que hace que la agricultura sea eficiente, rentable y ambientalmente responsable.

RELACION ENTRE EL FOSFORO Y EL ZINC*

INTRODUCCION

Para obtener una planta bien nutrida es necesario suministrar todos los nutrientes minerales y que éstos estén presentes en los tejidos en proporciones balanceadas. Se ha demostrado que existen en las plantas relaciones definidas entre determinados nutrientes y que estas relaciones son importantes para el adecuado desarrollo y producción de los cultivos. El exceso de un nutriente, la falta de otro o la presencia de los dos factores al mismo tiempo hace que el balance se rompa y en consecuencia se perjudiquen el crecimiento y el rendimiento. La relación fósforo (P) zinc (Zn) es un ejemplo de esto.

DEFICIENCIA INDUCIDA DE ZINC

Entre las limitaciones de naturaleza química de los suelos de América Latina, se encuentra la deficiencia de P. Esto está relacionado con la gran capacidad de los suelos tropicales (oxisoles, ultisoles y andisoles) de fijar este elemento. Para eliminar esta deficiencia y obtener rendimientos adecuados es necesario utilizar apreciables cantidades de P. En estos casos se observa comúnmente la presencia de deficiencias de Zn.

En la Tabla 1 se presentan los resultados de un experimento conducido en macetas, con un suelo ácido de Brasil, empleando maíz como planta indicadora. Se observa que al incrementar la dosis de P de 0 a 300 ppm se incrementa también la producción de materia seca, pero el contenido de Zn en los tejidos baja.

Este es un aspecto importante en el diagnóstico foliar del estado nutricional de las plantas que muchas veces es ignorado o poco entendido. Lo que simplemente sucede en este caso es que el incremento en materia seca diluye en los tejidos el contenido de Zn que hasta ese punto es adecuado. Este es un fenómeno común conocido como efecto de dilución que algunas veces confunde el diagnóstico. El hecho concreto es que la concentración de Zn en el tejido es adecuada y no limita el rendimiento como se observa en la Tabla 1.

Cuando se incrementa la dosis de P de 300 a 600 ppm se observa que la producción de materia seca se reduce drásticamente y que la concentración de Zn en los tejidos es muy baja (5 ppm). Este fenómeno, completamente diferente al descrito anteriormente demuestra que la planta simplemente no absorbió las cantidades necesarias de Zn para mantener el rendimiento. En este caso, se observa claramente que existió una deficiencia de Zn inducida por el P.

Este fenómeno es conocido desde hace mucho tiempo. Se consideró por largo tiempo que el fenómeno ocurría por la reacción de P con el Zn en el suelo formando fosfato de zinc insoluble. Sin embargo, esta explicación fue abandonada cuando se demostró que los fosfatos de zinc son solubles y que pueden servir como fuente de estos dos nutrientes. Los mecanismos de la deficiencia de Zn inducida por P son diferentes y se discuten a continuación.

* Malavolta, E. Centro de Energía Nuclear na Agricultura Universidade de Sao Paulo Piracicaba, Sao Paulo, Brasil.

Tabla 1. Efecto de la fertilización fosfatada en el crecimiento y contenido de zinc en el maíz.

Tratamiento (ppm P)	Materia Seca (g/pl)	Zinc (ppm)
0	4.7	25
300	15.0	10
600	7.5	5

MECANISMOS

Se conocen dos mecanismos que explican la deficiencia de Zn inducida por P. Dependiendo de las condiciones puede operar uno o los dos al mismo tiempo.

INHIBICION DE LA ABSORCION DE Zn

Como se puede observar en la Figura 1, a medida que se incrementa la concentración de P en el suelo, disminuye la absorción de Zn por las raíces. Se trata de una inhibición del tipo no competitivo; es decir, los dos elementos son absorbidos con la mediación de distintos transportadores.

Si el pH del medio es alto (mayor que 7) y el catión acompañante del Zn es Ca, ocurre precipitación del Zn en la superficie de las raíces y como consecuencia disminuye su absorción.

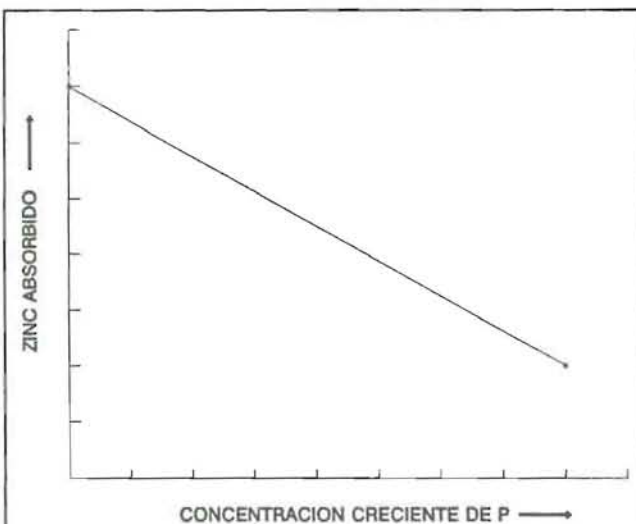


Figura 1. El incremento en la concentración externa de P disminuye la absorción de Zn.

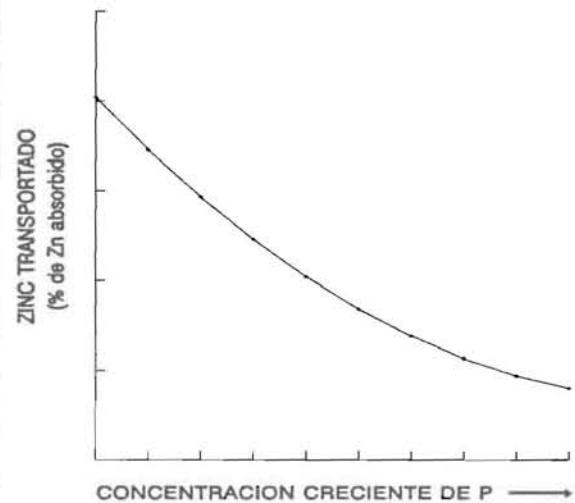


Figura 2. Efecto de las concentraciones altas de P en el transporte de Zn a larga distancia dentro de la planta.

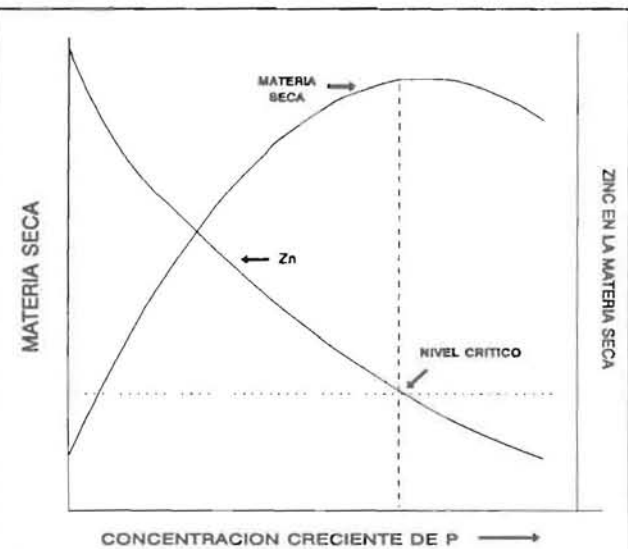


Figura 3. Efecto de las concentraciones altas de P en el contenido de Zn en los tejidos y en la producción.

TRANSPORTE A LARGA DISTANCIA

En presencia de altas concentraciones de P se reduce no solamente la absorción de Zn por las raíces, sino que también se reduce el transporte de este nutriente a larga distancia, dentro de la planta, como se ilustra en la Figura 2. Este fenómeno se debe a la precipitación de Zn por el P en los vasos conductores de la savia.

EFECTO COMBINADO

El suministro de fertilizantes fosfatados en suelos con contenidos bajos o medios de P permite un indiscutible aumento en la producción como se observa en la Tabla 1. Sin embargo, en condiciones de concentraciones muy altas de P en el suelo, la concentración de Zn en la materia seca disminuye progresivamente (Figura 3). Si se continúa incrementando el suministro de P, la concentración de Zn en los tejidos se reduce aun más, debido al efecto combinado de los mecanismos descritos anteriormente (inhibición en la absorción y disminución en el transporte a larga distancia). Cuando el contenido de Zn en los tejidos se reduce a niveles menores que las concentraciones necesarias para producir rendimiento adecuado (concentraciones críticas), el rendimiento del cultivo se reduce considerablemente.

CONTROL

La presencia de síntomas visuales de deficiencia de Zn en los cultivos (entrenados más cortos; hojas angostas, pequeñas y cloróticas) no permiten diagnosticar exactamente los agentes causales de la deficiencia. Estos agentes pueden ser pobreza de Zn en el suelo, pH muy alto (ya sea natural o consecuencia del encalado) o exceso de P.

El análisis de suelo puede dar la información necesaria, sin embargo, se obtiene información adicional con el análisis foliar. Si existe demasiado P y poco Zn en el tejido foliar existe mayor probabilidad de que la condición se deba a una deficiencia de Zn inducida por el P.

Si el contenido de P en el suelo y en las hojas es muy alto, se debe suspender durante cierto tiempo el suministro de fertilizantes fosfatados y se debe aplicar Zn al cultivo. En cultivos de ciclo corto se puede suministrar Zn al suelo, mientras que en cultivos perennes se pueden hacer aplicaciones foliares.

NUTRICION Y FERTILIZACION POTASICA DE LA GUAYABA*

INTRODUCCION

La guayaba (*Psidium guajava* L.), es la especie más conocida y cultivada de la familia Mirtáceas y es una planta típica de las regiones tropicales y subtropicales. La nutrición y fertilización de la guayaba ha sido poco estudiada, a pesar de su importancia, ya sea por el valor económico o alimenticio del fruto y por su potencial utilización industrial (Accorsi et al., 1960).

El potasio (K) además de ser un nutriente esencial para la guayaba, es también el nutriente mineral más extraído por el cultivo para la formación de la parte aérea y el nutriente más exportado en los frutos fuera del campo (Brasil Sobrinho et al., 1961).

TRABAJO EXPERIMENTAL

En este experimento se utilizaron plantas de guayaba de la variedad Paluma de un huerto de 3 años de edad sembrado con material propagado vegetativamente y que

se instalaron en un suelo Latosol Rojo-Amarillo de la región de San Carlos, Sao Paulo.

Se probaron aplicaciones crecientes de cloruro de potasio, en dosis de 0, 90, 180, 540, 720 y 900 g de K₂O por planta, aplicadas cuatro veces en el período de agosto a enero.

RESULTADOS

Las plantas de las parcelas que no recibieron fertilización potásica presentaron algunos de los síntomas foliares típicos de la carencia de este elemento, descritos anteriormente por Accorsi et al. (1960). Inicialmente muchas hojas presentaron manchas marrón-rojizas en los bordes que se extendían hacia las nervaduras. Con la evolución de la deficiencia, las manchas se tornaron necróticas, favoreciendo el arrugamiento de la hoja. Las plantas con esos síntomas presentaron mal aspecto y las ramas se partieron fácilmente. En estas parcelas, el contenido de K en la capa superficial del suelo fue de 0.04 meq/100 cm³, considerado bajo (Raij et al., 1985).

* William Natale. Profesor Asistente UNESP, Jaboticabal-SP. (Tomado de Informaciones Agronómicas, POTAFOS, Piracicaba, Brasil).

Teniendo en cuenta la baja capacidad de suplemento de este catión por el suelo y la movilidad del elemento en la planta, el K debe probablemente haberse redistribuido de las hojas hacia los frutos, presentándose los síntomas inicialmente en las hojas. En la época de la presencia visual de la deficiencia el análisis foliar reveló una concentración de 0.20 %, muy por debajo de lo normal.

La producción y el peso promedio de los frutos fueron a su vez afectados significativamente por el incremento en las dosis de K. Los frutos presentaron un incremento medio de 30% en peso, de 154 a 199 g en las dosis de 0 y 900 g de K₂O/planta respectivamente. La producción se incrementó de 57 a 85 t/ha en las dosis de 0 a 900 g de K₂O/planta respectivamente.

Haciendo uso de la información generada y tomando en cuenta las consideraciones de Raij (1991-1992), se estableció una relación nutriente- producción igual a 6, es decir:

- Valor de la guayaba: US \$ 0.06/kg
- Valor del cloruro de potasio (60% de K₂O): US \$ 216/t
- Por lo tanto, kg de K₂O/kg de guayaba = 6

Haciendo uso de una ecuación de regresión entre el fertilizante aplicado y la producción de frutos (Figura 1), se calculó la dosis económica máxima de fertilizante potásico, que en este caso corresponde a 741 g de K₂O/planta. Esta dosis estuvo asociada a un contenido de K en el suelo de 0.12 meq/100 cm³ y una concentración foliar de 1.77% en la época de floración del cultivo. Para los demás nutrientes los contenidos se situaron en 2.17% de N, 0.16% de P, 0.67% de Ca, 0.38% de Mg y 0.26% de S.

La ganancia prevista debido a la fertilización potásica se calculó usando los siguientes parámetros:

- Aumento de la producción: 21 610 kg de guayaba/ha
- Costo del fertilizante: 1 266 kg de guayaba/ha
- Ganancia prevista: 20 344 kg de guayaba/ha

Como se puede observar en la Figura 1, la dosis económica máxima está muy próxima del valor alcanzado por la producción, evidenciándose de este modo la ganancia debido al uso del fertilizante, cuyo relación beneficio costo fue de 17:1 en condiciones experimentales. Además, es importante mencionar que en el cálculo de la relación nutriente - producción se utilizó el valor del fruto pagado por la industria. Parte de las guayabas producidas pueden ser destinadas a consumo en fresco, de acuerdo a

la oferta del mercado, lo que favorece la relación de precios ya que el valor que se obtiene en el mercadeo en fresco es de 3 a 5 veces mayor que aquel obtenido cuando el fruto se destina a la industria.

Con relación a la extracción del potasio por el cultivo de la guayaba, se observó que la producción de 1 tonelada de fruta fresca extrae cerca de 1 660 g de K o 148 kg de K₂O, con una producción media de 74 t/ha.

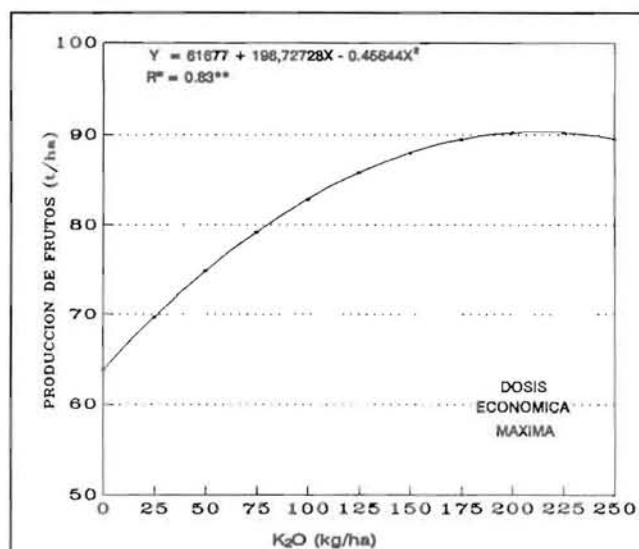


Figura 1. Influencia de dosis de potasio en el rendimiento de Guayaba (cv. Paluma).

BIBLIOGRAFIA

- Accorsi, W.R., H.P. Haag., F.A. Mello. e M.O.C. Sobrinho Brasil. Síntomas externos (morfológicos) e internos (anatômicos), observados em folhas de goiabeira (*Psidium guajava* L.) de plantas cultivadas em solução nutritiva com carencia de macronutrientes. Anais da Escola Superior de Agricultura "Luz de Queiroz", Piracicaba, 17:3-13, 1960.
- Anuario estadístico do Brasil. Rio de Janeiro, Fundação IBGE, 1991. p.505.
- Sobrinho Brasil, M.O.C., F.A.F. Mello., H.P. Haag., e J. Leme. A composição química da goiabeira (*Psidium guajava* L.) Anais da Escola Superior de Agricultura "Luz de Queiroz", Piracicaba, 18:183-92, 1961.
- Raij, B. van. Fertilidade do solo e adubação. Piracicaba, Ceres/Potafos, 1991. 343p.
- Raij, B. van. Algumas reflexões sobre análise de solo para recomendação de adubação. In: Reunião Brasileira de fertilidade do solo e nutrição de plantas, 20., Piracicaba, Ceres, 1992. Anais Campinas, Fundação Cargill, 1992. p. 71-87.

EL AZUFRE EN LA NUTRICION DEL CULTIVO DE BANANO EN COSTA RICA*

El azufre (S) es un elemento importante en la nutrición del cultivo del banano ya que, junto con nitrógeno (N), potasio (K), fósforo (P), calcio (Ca), y magnesio (Mg), es uno de los elementos que la planta requiere en mayor cantidad.

La función más importante del S en las plantas es su participación en la estructura de las proteínas como parte integrante de los aminoácidos sulfurados, cistina, cisteína, y metionina. También su función está ligada con vitaminas sulfuradas como la biotina, la tiamina y el coenzimo A (Devlin, 1982).

Lahav y Turner (1992) consideran que anualmente se remueven alrededor de 23 kg de S/ha en una plantación con una productividad de 50 t/ha/año de fruta. Esta remoción puede conducir a deficiencias si no se repone el S extraído.

Este elemento ha venido tomando relevancia en los programas de fertilización en los últimos años. El S se presenta en contenidos por debajo del nivel considerado como adecuado en la mayoría de los análisis foliares de banano, realizados en el laboratorio de análisis de suelos y foliares de CORBANA para fincas bananeras de Costa Rica (datos sin publicar), manejadas con diferentes programas de fertilización.

Así mismo en observaciones de campo, es factible visualizar los síntomas característicos de la deficiencia del elemento, sobre todo en plantaciones nuevas, lo que da una idea de la magnitud del problema.

EL S EN EL SUELO

El contenido de S en los suelos orgánicos puede llegar a ser hasta del 1%, mientras que en suelos inorgánicos este contenido fluctúa entre 0.02 y 0.2%. El S en suelos inorgánicos se presenta mayormente en forma de anión sulfato ($\text{SO}_4^{=}$) (ión con carga negativa), de esta forma es

principalmente absorbido por las plantas. Los aniones como Cl^- , NO_3^- y $\text{SO}_4^{=}$ son absorbidos por el suelo en un proceso conocido como intercambio aniónico (Fassbender, 1982).

Se ha encontrado que los suelos de origen volcánico (Andisoles) poseen la capacidad de absorber cantidades considerables de S. Esta capacidad aumenta al disminuir el pH del suelo. Se estima que la retención de S en estos suelos es por lo menos diez veces más fuerte que la retención de aniones NO_3^- y Cl^- (Bornemisza, 1990). Este tipo de suelos se puede encontrar con banano en Costa Rica en la zona bananera al oeste del río Reventazón (López y Solís, 1992).

Otro aspecto interesante de la disponibilidad de S es que las lluvias intensas arrastran cationes, los cuales son acompañados por aniones, siendo el sulfato un acompañante importante de estos cationes. Este fenómeno explica la rápida eliminación del S en regiones de alta precipitación (Instituto de la Potasa y el Fósforo, 1988).

Por otro lado, en suelos ácidos el $\text{SO}_4^{=}$ es absorbido a los cationes de la fracción sólida tanto como el hierro. Este mecanismo depende del pH de la solución del suelo, de la concentración del ión sulfato, de la temperatura, de los iones presentes, del tipo de material absorbente y del tiempo de contacto entre el suelo y el sulfato (Bornemisza, 1990).

DEFICIENCIAS DE S EN EL CULTIVO DE BANANO

Los síntomas de deficiencia visual de S fueron descritos en 1965 por Charpantier y Martín-Prével. Luego en 1972, Marchal, Martín-Prével y Melín amplían esta descripción. Estos autores mencionan que los síntomas aparecen en las hojas jóvenes de la planta, las cuales se tornan de color blanco amarillento. Si la deficiencia es muy fuerte, aparecen parches necróticos en los márgenes de las hojas

* López, A. 1994. Revista CORBANA 18 (40): 15-19.

y ocurre un ligero engrosamiento de las venas. Algunas veces cambia la morfología de la hoja y aparecen hojas sin lámina.

En las zonas bananeras de Costa Rica, como anteriormente se mencionó, es posible observar síntomas característicos de deficiencia en plantaciones nuevas, sobre todo en áreas con suelos de textura liviana.

Según observaciones visuales del autor, conforme avanza la edad de la planta, las deficiencias visuales suelen desaparecer debido a que las raíces de la planta tienen oportunidad de explorar horizontes superficiales más altos en S.

Existen diferentes datos sobre los niveles foliares de S en el cultivo de banano. Se considera que valores menores de 0.23 son deficientes, mientras que valores de 0.30 o más, son considerados adecuados (Marchal, Martín-Prével y Melin, 1972).

En los análisis foliares de banano realizados en el laboratorio de suelos y foliares de CORBANA hasta 1992 (datos sin publicar), se tienen valores promedio de 0.17% para la zona sur, 0.19% para la zona bananera al este del río Reventazón y 0.18% para la zona bananera al oeste del mismo río. Todos estos valores promedio son considerados como deficientes para una buena nutrición del cultivo.

INTERACCION DEL S CON OTROS NUTRIMENTOS EN LA PLANTA

El efecto del S en las plantas en general está influenciado por la ausencia o presencia de algunos otros nutrientes. La relación, o interacción más importante es la de N/S. La aplicación de ambos elementos tiene una acción sinérgica, esto es, la acción conjunta de los elementos resulta en un mejor aprovechamiento para la planta que la acción de los mismos por separado. Si, por el contrario, existe un exceso de alguno de los dos elementos con respecto al otro, se producirá un efecto negativo en la planta (Bornemisza, 1990).

La interacción P/S también tiene gran importancia en algunos cultivos. En este caso se tiene principalmente un antagonismo ya que un elemento desplaza al otro en el suelo. En suelos volcánicos, la aplicación de fósforo fomenta la lixiviación del sulfato (Bornemisza, 1990).

Hasta el momento es poco lo que se ha estudiado acerca de estas interacciones en el cultivo del banano. Por esta razón, se considera necesario realizar investigaciones en este campo.

NECESIDADES DE S EN EL CULTIVO DEL BANANO

Para conocer las necesidades de S en una plantación de banano, usualmente se determina el contenido de S en el tejido foliar y se toman decisiones con base en la concentración crítica del S en las hojas. También es posible realizar análisis de S del suelo, sin embargo, es más sencillo y confiable evaluar el estado nutricional midiendo el S en la planta (Bornemisza, 1990).

Un método sencillo para determinar fuertes deficiencias de S es la observación de los síntomas característicos de dicha deficiencia cuando se presentan en el campo.

Otra herramienta valiosa para conocer las necesidades de S del cultivo de banano es la investigación e información generada en todo el mundo.

En el trabajo realizado por Marchal, Martín-Prével y Melin (1972) en Camerún, se informa que la utilización de 2 aplicaciones sucesivas de 1.27 t/ha/año de flor de S (S elemental 100 a 90 % puro), para corregir la deficiencia de S, da muy buenos resultados. Estos autores sugieren la aplicación de por lo menos 50 kg de S/ha/año para cubrir las necesidades teóricas del cultivo que son de aproximadamente 23 kg de S/ha/año.

En las Islas Windward, (Lahav y Turner 1972) mencionan que es necesaria la aplicación de 127 kg de S/ha para el establecimiento del cultivo.

Arias (1984), en un trabajo realizado en la finca de la zona bananera al oeste del Río Reventazón en Costa Rica obtuvo una buena respuesta en la productividad del cultivo de banano, con 264 kg/ha/año de S; la fuente de S utilizada en este caso fue sulfato de potasio (K_2SO_4).

En un ensayo realizado por CORBANA en la zona atlántica de Costa Rica con dosis crecientes de K_2SO_4 (0, 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, y 900 kg de sulfato/ha/año) se encontró que dosis de 200 a 300 kg presentaron los mejores pesos de racimo. Aplicaciones hasta de 900 kg de sulfato no causaron detrimento estadísticamente significativo en la productividad. Asimismo, no se hallaron diferencias significativas en cuanto a los niveles de S foliar, los cuales fluctuaron entre 0,10 y 0,20% a través de los tres años del experimento. Las aplicaciones altas de S no disminuyeron los niveles de N foliar (Flores, 1991).

FUENTES DE FERTILIZANTES AZUFRADOS

Los materiales utilizados como fertilizantes azufrados se agrupan como solubles y poco solubles en agua. Dentro de

las fórmulas solubles se encuentran principalmente los sulfatos. Debido a que éstos son rápidamente disponibles se les recomienda cuando se presentan deficiencias fuertes de S. Este tipo de fertilizantes se lixivian fuertemente, especialmente en suelos livianos y en condiciones de alta precipitación (Instituto del Fósforo y la Potasa, 1988).

Fuentes de S soluble

- El sulfato de amonio ($N = 21\%$, $S = 24\%$): Es corrientemente utilizado en plantaciones nuevas de banano para suplir las necesidades de N y S. Debido al proceso de nitrificación del amonio, este fertilizante disminuye el pH del suelo.
- El sulfato de potasio ($K_2O = 50\%$, $S = 18\%$): Es una fuente muy buena de potasio aunque no es tan utilizado como la fuente tradicional de potasio (KCl) por razones económicas. No altera el pH del suelo.
- El sulfato doble de K y Mg ($K_2O = 30\%$, $MgO = 10\%$, $S = 22\%$): suple altas cantidades de magnesio. No acidifica el suelo.
- Urea-S (Urea-sulfato de amonio) ($N = 40\%$, $MgO = 27\%$, $S = 5\%$): es también una buena fuente de N y S aunque la cantidad que aporta de este último es muy limitada.

Fuentes de S poco soluble

- El superfosfato simple ($P_2O_5 = 18\%$, $CaO = 16\%$, $S = 12\%$): se usa con buen éxito en suelos deficientes en P y S.
- Urea recubierta con S ($N = 38\%$, $S = 14\%$): consiste de urea recubierta con S elemental y se recomienda para disminuir las pérdidas de N. En un ensayo realizado por Jaramillo y Bazán (1976) en la zona atlántica de Costa Rica, se encontró que la productividad aumentó en un 18% cuando se utilizó este fertilizante en vez de urea corriente.
- Azufre elemental ($S = 100$ a 90%): es la forma más importante de S poco soluble. La oxidación de S elemental, realizada por bacterias, se ve favorecida por las altas temperaturas, la humedad del suelo adecuada, la aeración del suelo y el tamaño de la partícula del material. Debido a que en la oxidación del S se disminuye el pH del suelo, se recomienda usarlo racionalmente para evitar problemas de acidez en el cultivo. Por esta misma razón, este material es frecuentemente utilizado para disminuir el pH en suelos excesivamente alcalinos (Instituto del Fósforo y la Potasa, 1988).

- El sulfato de calcio (Yeso) ($CaO = 32\%$, $S = 18.6\%$): es un material que se usa como enmienda en suelos ácidos para neutralizar la acidez del suelo. No altera el pH del suelo.

Existe la creencia generalizada de que todos los fertilizantes azufrados acidifican el suelo. En este sentido es preciso aclarar que en realidad, de la lista anterior solo el S elemental causa acidificación del suelo. Aunque el sulfato de amonio también provoca acidificación del suelo, ésta se debe al efecto del amonio y no al sulfato.

USO DE FORMULAS COMPLETAS DE S EN COSTA RICA

En el cultivo de banano de Costa Rica se ha generalizado el uso de fórmulas completas, físicas o químicas, que contienen N, P, K, Ca, Mg, S y Cl. El uso de estas fórmulas permite suplir adecuadamente las necesidades del cultivo de cada nutrimento aplicado.

Si se aplicaran separadamente los nutrimentos, como se acostumbra en algunas zonas bananeras del mundo, la disponibilidad de los elementos sería obviamente menor, sobre todo en regiones tropicales lluviosas en donde existen grandes pérdidas por lixiviación. Naturalmente los contenidos de cada elemento varían con las necesidades de cada zona y finca en particular.

De acuerdo con la información generada hasta ahora se recomienda aplicar en kg/ha/año, dependiendo de las zonas bananeras de Costa Rica, las siguientes cantidades:

Normalmente se utilizan las cantidades recomendadas anteriormente, sin embargo, el uso de cantidades altas de potasio y magnesio en banano (sobre todo en la zona oeste) ha hecho que en la preparación de las fórmulas completas se usen niveles de S por encima de los 300 kg/ha/año. Un ejemplo típico es el uso de una fórmula física como la 15-3-27-5-6.5 S-15.7 Cl en la que, para suplir el 5% de Mg se utiliza sulfato doble de potasio y magnesio que a la vez suple potasio y azufre. Esta fórmula suple en kg/ha/año lo siguiente: N = 390; $P_2O_5 = 78$; $Ca_2O = 702$; $MgO = 130$; S = 169; Cl = 408.

En esta fórmula el N se formula con urea, el P con fosfato diamónico, el K con cloruro de potasio, además del que suple el sulfato doble de K y Mg. No existen muchas alternativas para suplir el Mg que se requieren con otras fuentes que no sean el sulfato de magnesio y el sulfato doble de potasio y magnesio. Una alternativa podría ser el óxido de Mg pero es un material muy insoluble cuyo uso en el banano requiere ser investigado. Otra alternativa es

Tabla 1. Recomendaciones de fertilización para banano en Costa Rica.

Elemento	-----Zona-----		
	Este	Oeste	Sur
N	350-400	350-400	350-400
P ₂ O ₅	0-50	50-100	0-50
K ₂ O	600-700	600-700	600-700
MgO	0-50	50-200	50-200
CaO	0	560-1120	0
S	67-100	67-100	67-100

el nitrato de magnesio pero es un material de muy alto precio.

En una fórmula como ésta aunque se apliquen cantidades relativamente altas de S, la relación N/S es de 2, 3 la cual se considera adecuada si tomamos en cuenta que, en un fertilizante como el sulfato de amonio, esta relación es de 0,89 y aunque se considera baja, no parece estar ocasionando problemas aún en las plantas jóvenes de plantaciones nuevas.

Un elemento acompañante que se ha aplicado en cantidades mucho más altas que el S es el Cl que se adiciona al aplicar KCl (60 % de K₂O y 47% de Cl) como fuente de K. El agravante en este caso es que el Cl es un elemento que se necesita en muy bajas cantidades en la planta y podría reducir la productividad al aplicarse en altas cantidades. Una fórmula que utilice solo KCl como fuente de K podría adicionar entre 500 y 600 kg de Cl/ha/año. En un experimento de CORBANA donde se está comparando el uso de nitrato de potasio contra cloruro de potasio, se encontró que las hojas de las plantas donde se usa cloruro de potasio presenta niveles de hasta 1% de cloro foliar (datos no publicados), siendo el contenido normal en banano de 0.6% (Lahav y Turner, 1992). A pesar de esta información, no se puede concluir tajantemente que el Cl esté causando disminución en la productividad de las fincas pues, al igual que el sulfato, el Cl es un anión muy propenso a lixiviarse.

Para tratar de obviar posibles problemas secundarios en la aplicación de estas materias primas, la estrategia que se ha recomendado es aplicar cantidades equivalentes de ambas fuentes de K.

COMENTARIO FINAL

De acuerdo con la información hasta ahora conocida en Costa Rica y con el fin de tener una óptima nutrición del cultivo, debe considerarse seriamente la aplicación de S dentro de los programas de las fincas bananeras en las diferentes zonas del país. Esto es válido sobre todo en el caso de plantaciones nuevas en las cuales la deficiencia de elementos suele ser común.

Las dosis por utilizar pueden variar de una finca a otra, sin embargo, se considera suficiente la aplicación de 67 a 100 kg de S/ha/año. La aplicación de cantidades mayores a ésta, necesariamente utilizadas ya que el S es un elemento acompañante del magnesio, el cual se requiere en altas cantidades en algunas fincas, no ha dado hasta ahora problemas en la productividad.

De todas formas, el por qué el S aplicado en dosificaciones relativamente altas no sea perjudicial para el cultivo se puede asociar por un lado a que, bajo nuestras condiciones pluviales, las pérdidas por infiltración de sulfatos son muy altas, sobre todo en suelos de textura gruesa. Precisamente esta es la razón por la que se presentan deficiencias visuales de S en plantaciones nuevas. Bajo tales condiciones los fertilizantes que contienen S deben ser aplicados con mayor frecuencia que en los suelos de textura fina y de escasas lluvias.

Otra razón por la que el S no se encuentra fácilmente disponible para la planta es por la fijación del mismo en Andisoles. La utilización de estos suelos para el cultivo del banano se realiza básicamente al oeste del Río Reventazón. Como se mencionó anteriormente, se estima que la adsorción de sulfato en Andisoles puede ser diez veces mayor que en el caso de nitrato y cloro.

Cabe mencionar que la deficiencia visual de azufre en plantaciones nuevas suele desaparecer conforme las raíces de la planta exploran horizontes más profundos con niveles más altos de azufre. Lo anterior no excluye el que la carencia permanezca oculta en plantas adultas en las que solo puede ser detectada con análisis foliares.

Por último, se recomienda realizar estudios que permitan afinar con más detalle el manejo de la fertilización con S en las diferentes zonas y tipos de suelos dedicados al cultivo del banano en Costa Rica.

BIBLIOGRAFIA

Arias H. 1984. Respuesta del banano (Musa AAA), subgrupo Cavendish Gran Enano a dosis crecientes de sulfato de potasio en suelo Oxíc Dystropepts de Río

Jiménez, Provincia de Limón. Tesis Ing. Agr. Costa Rica, Universidad de CR., Fac. de Agronomía 89 p.

Bornemisza, E. 1990. Problemas del S en suelos y cultivos de Mesoamérica. San José, C.R. Universidad de CR. 104 p.

Devlin, R.M. 1982. Fisiología vegetal 4 ed. Barcelona, España Omega, S.A. 516 p.

Fassbender, H.W. 1982. Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina. San José, C.R., IICA. 422 p.

Flores, C. 1991. Respuesta del cultivo del banano (Musa AAA) subgrupo Cavendish clon Valery a la fertilización con sulfatos ($SO_4^{=4}$). In informe anual 1991. Costa Rica, CORBANA, Depto. Inve. y Diver. Agr. p.41-44.

Instituto de la Potasa y el Fósforo. 1988. Manual de fertilidad de suelos. Atlanta, EEUU. 85 p.

Jaramillo, R., Bazán, R. 1976. Efecto de urea-azufre en la producción de banano "Giant Cavendish" en Guápiles, Turrialba (CR) 26(1):90-94.

Lahav, E., Turner, D.W. 1992. Fertilización del banano para rendimientos altos, 2 ed. Quito, Ecuador, Instituto de la potasa y el fósforo. Boletín No.7. 71p.

López, A., Solís, P. 1992. Contenidos e interacciones de los nutrimentos en tres zonas bananeras de Costa Rica. CORBANA (CR) 15(36):25-32.

Marchal, J., Martin-Prével, P., Melin, P. 1972. Le sulfre et le bananier. Fruits (Francia) 27(3):167-177.

REPORTE DE INVESTIGACION RECIENTE

OBTENCION DE RECOMENDACIONES DE FERTILIZACION UTILIZANDO UN FORMATO FUNCIONAL FLEXIBLE.

Sain, G., and M. Jauregui. 1993. Deriving fertilizer recommendations with a flexible functional form. *Agron. J.* 85:934-937.

Los modelos generales de respuesta a los fertilizantes son útiles para derivar recomendaciones de fertilización para agricultores que enfrentan diferentes circunstancias. Este artículo demuestra que se puede aplicar un formato funcional flexible para desarrollar recomendaciones que sean sólidas tanto desde el punto de vista agronómico como económico usando el análisis de suelo y variables de clima y manejo. Se utilizaron datos de 38 experimentos de respuesta de trigo a N y P en la pampa húmeda Argentina para construir un modelo de respuesta general que incorpora el contenido inicial de nutrientes (NO_3 y Bray-1 P), precipitación de la siembra a la madurez y cultivo breve. Los análisis económicos se efectuaron teniendo en cuenta las relaciones relevantes entre precio de nutriente y grano, $r_n = 8.0$ y $r_p = 18.3$ para N y P respectivamente. Se derivó una tabla de recomendaciones de fertilización para trigo para las diferentes combinaciones de expectativa de lluvia, cultivo previo y contenido de nutrientes en el suelo. Se obtuvieron los siguientes resultados: (i) el modelo estimado no solamente detectó un porcentaje significativo de la variabilidad total en la variable dependiente ($\ln Y$), con $R^2 = 0.56$, $P = 0.01$, sino que también obtuvo coeficientes con signos en conformidad con las expectativas agronómicas; (ii) el óptimo económico para N (N^*) y P (P^*) son compatibles con el rango óptimo computado con el análisis económico de cada sitio individual; (iii) N^* y P^* se incrementaron a medida que se

incrementó la precipitación; (iv) N^* fue menor para trigo sembrado después de soya que para trigo después de maíz; (v) N^* fue más alto cuando los valores de N en el suelo fueron más bajos, mientras que P^* prácticamente no fue afectado por el contenido de N en el suelo; (vi) P^* fue más alto cuando los valores de P en el suelo fueron bajos, mientras que N^* fue afectado por el contenido de P en el suelo, dependiendo en este caso del cultivo previo y de la cantidad de lluvia. Se pueden derivar tablas similares para grupos de agricultores con diferentes condiciones económicas (diferentes relaciones de precios insumos/rendimientos).

RESPUESTA DEL BANANO (Clon Valery) A TRES CONDICIONES DE DRENAJE

Sancho, H. 1993. Respuesta del banano (Clon Valery) a tres condiciones de drenaje. *CORBANA* 18 (40): 8-11.

Se evaluó el efecto de tres diferentes profundidades de niveles freáticos en el comportamiento del cultivo de banano, en las fincas San Pablo, Limón, Costa Rica. En la condición 1, el nivel fluctuó de 0.50 a 1.65 m; en la condición 2, de 0.71 a 1.80 m; y en la condición 3, de 1.04 a más de 1.96 m de profundidad. Se ubicaron 4 parcelas de 400 m² en cada una de las zonas mencionadas, en las cuales se instaló un pozo de observación en el centro. Las variables evaluadas fueron: altura y diámetro de la planta, tiempo para emergencia floral, tiempo colgado de la fruta, peso del racimo (grado de cosecha), número de manos por racimo, longitud de los dedos en la mano superior, media inferior y tiempo de emergencia del hijo de sucesión. Para la primera generación de plantas evaluadas en la condición mejor drenada, las plantas tuvieron una mejor velocidad de crecimiento mostrando una diferencia de 10

semanas a la emergencia floral con respecto a la condición 1, y de 5 semanas con respecto a la condición 2. La duración del período de la fruta colgando fue una semana anterior en la condición 3. La condición 1 fue la que presentó valores mayores. La diferencia en el tiempo de emergencia del hijo de sucesión fue de 8 semanas menos en la condición 3 respecto a la condición menos drenada. Las diferencias de tiempo encontradas repercuten en el entorno de la plantación.

FACTORES QUE AFECTAN LA ABSORCIÓN DE ZINC EN SISTEMAS DE CULTIVO

Hamilton M.A., D.T. Westermann, and D.W. James. 1993. Factors affecting zinc uptake in cropping systems. *Soil Sci. Am. J.* 57:1310-1315.

La disponibilidad de Zn puede cambiar como consecuencia de diferentes prácticas de manejo. El objetivo de este estudio fue el de identificar algunos de los factores, asociados con la inclusión de cultivos previos, que afectan la absorción de Zn por los cultivos subsecuentes. Estudios de campo llevados a cabo por 3 años, evaluaron la disponibilidad de Zn después de cuatro sistemas previos de cultivo: Frijol (*Phaseolus vulgaris*), maíz (*Zea mays* L.), trigo (*Triticum aestivum* L.) y terreno en descanso, a través de dos niveles de fertilización con y sin Zn (11 kg de Zn como $ZnSO_4$). Se usó frijol "Viva" como planta indicadora (debido a que este cultivar es moderadamente susceptible a la deficiencia de Zn). Se tomaron muestras de suelo antes y después del ensayo, se analizaron P, Zn, Cu, Mn, y Fe y materia orgánica. Se estimó periódicamente la respiración del suelo durante el cultivo del último año. Se determinó además la concentración y la absorción total de nutrientes en muestras de la planta completa. El Zn extraído del suelo mediante el ácido diethylenetriaminepentaacetic (DTPA), se incrementó debido a fertilización con Zn pero no hubo efecto de los cultivos previos. La absorción de Zn por el frijol fue significativamente más alta después de la rotación con maíz y significativamente más baja después del lote en descanso, en los tratamientos con y sin aplicación de Zn. Se pudieron observar notorias diferencias en absorción de Zn en estados tempranos del cultivo. La absorción de P y Cu tuvo un comportamiento similar a lo acontecido con la absorción de Zn y se correlacionaron positivamente entre sí. La absorción de Zn también se correlacionó positivamente con materia orgánica, pero negativamente con el P del suelo. La tasa de respiración del suelo fue significativamente más baja en el lote previamente en descanso comparado con los otros tratamientos. La colonización de micorriza Vesicular-arbustiva en las raíces de frijol fue más alta

en la rotación con maíz y más baja cuando el lote tuvo descanso previo tanto en los tratamientos con y sin Zn. La colonización se correlacionó positivamente con la absorción de Zn, P y Cu durante estados tempranos de crecimiento. Un procedimiento de regresión determinó que la colonización de micorrizas, la respiración del suelo y el Zn extraído con DTPA son las principales variables que afectan la absorción de Zn en estados tempranos de crecimiento. Estos resultados enfatizan la importancia de la actividad biológica del suelo en la disponibilidad de Zn y puede ayudar a explicar algunas observaciones de campo que el análisis químico del suelo no explica.

ADSORCIÓN DE SULFATO EN EL SUELO INDUCIDA POR CALCIO

Bolan, N., K. Syers, and M. Sumner. 1993. Calcium-induced sulfate adsorption by soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 57:691-696.

El yeso ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) es usado comúnmente en agricultura como fuente de Calcio (Ca^{2+}), como fuente de sulfato (SO_4^{2-}) y como enmienda para mejorar la estructura del suelo. Se determinó el efecto del Ca^{2+} en la adsorción de SO_4^{2-} en suelos de carga variable. Mediciones de la adsorción de sulfato en varios experimentos en columnas y tubos de ensayo, mostraron que la adsorción de SO_4^{2-} se elevó con el incremento de la adsorción de Ca^{2+} . El incremento en la adsorción de SO_4^{2-} por unidad de incremento de la adsorción de Ca^{2+} fue 12 veces más en suelos que contenían óxidos de Fe y Al como componente principal de carga variable, que aquellos suelos dominados por materia orgánica. En suelos con óxidos de Fe y Al la adsorción específica de Ca^{2+} incrementó la carga positiva e indujo de esta forma la adsorción de SO_4^{2-} . A bajos niveles de Ca^{2+} en solución (0.003 mol L^{-1}), la mayoría del incremento de adsorción de SO_4^{2-} (85-98%) debido a la adsorción de Ca^{2+} puede atribuirse al incremento en la carga positiva. A altas concentración de Ca^{2+} ($0.003-0.015 \text{ mol L}^{-1}$) el incremento en carga positiva explica solamente el 75% del incremento en adsorción de SO_4^{2-} . El incremento restante de la adsorción de SO_4^{2-} se atribuye a la coadsorción de Ca^{2+} y SO_4^{2-} como un el par iónico $CaSO_4^0$. En suelos con materia orgánica como principal componente de carga variable, el Ca^{2+} es acompañado por ligandos orgánicos. La formación del complejos con Ca a través de la atracción electrostática no crea cargas positivas y esta puede ser la razón para la ausencia de adsorción de SO_4^{2-} inducida por Ca^{2+} en estos suelos.

CURSOS Y SIMPOSIOS

1. GIRA INTERNACIONAL DE ESTUDIO SOBRE AVANCES EN LA TECNOLOGIA DE FERTILIZACION E IRRIGACION

ORGANIZA : IFDC International Fertilizer Development Center
LUGAR : Varias localizaciones en EEUU
FECHA : Junio 6-17 de 1994
INFORMACION : IFDC
P.O.Box 2040
Muscle Shoals Alabama 35662
Telf.: 205 381 6600
Fax.: 205 381 7408

3. POLICY OPTION FOR PROMOTING SUSTAINABLE AGRICULTURE AND NUTRIENT MANAGEMENT

ORGANIZA : IFDC International Fertilizer Development Center
LUGAR : Washington D. C., U.S. A.
FECHA : Junio 20 Julio 1 de 1994
INFORMACION : IFDC
P.O.Box 2040
Muscle Shoals Alabama 35662
Telf.: 205 381 6600
Fax.: 205 381 7408

5. SIMULACION EN COMPUTADOR DEL CRECIMIENTO DE LOS CULTIVOS Y DEL MANEJO DE LAS RESPUESTAS

ORGANIZA : IFDC International Fertilizer Development Center
LUGAR : Gainesville, Florida-EEUU.
FECHA : Agosto 8-19 de 1994
INFORMACION : IFDC
P.O.Box 2040
Muscle Shoals Alabama 35662
Telf.: 205 381 6600
Fax.: 205 381 7408

2. RETOS EN LA COMERCIALIZACION DE FERTILIZANTES Y DE OTROS INSUMOS

ORGANIZA : IFDC International Fertilizer Development Center
LUGAR : Muscle Shoals Alabama 35662
FECHA : Agosto 1-26 de 1994
INFORMACION : IFDC
P.O.Box 2040
Muscle Shoals Alabama 35662
Telf.: 205 381 6600
Fax.: 205 381 7408

4. 15th INTERNATIONAL CONGRESS OF SOIL SCIENCE

ORGANIZA : Sociedad Internacional de la Ciencia del Suelo
LUGAR : Acapulco - México
FECHA : Julio 10-16 de 1994
INFORMACION : Centro de Edafología
Colegio de Posgraduados
P.O. Box 45
56230 Chapingo, México
Telf.: 595 45 723
Fax.: 595 45 701

6. IV REUNION DE LA RED LATINOAMERICANA DE ROCA FOSFORICA

ORGANIZA : Red Lationamericana de Roca Fosfórica RELARF
LUGAR : Palacio de las Convenciones La Habana, Cuba
FECHA : Noviembre 1-4 de 1994
INFORMACION : Dr. Rafael Villegas D.
Av. Van Troi No. 17 203,
CP 19 210.
Boyeros, C. Habana, Cuba
Fax.: 053-7-228382/331218

PUBLICACIONES DE INPOFOS

Las siguientes publicaciones de INPOFOS se encuentran disponibles con un costo nominal

	COSTO US \$
* Manual de Fertilidad de Suelos. Publicación didáctica sobre uso y manejo de suelos y fertilizantes.	\$ 10.00
* POTASA: Su Necesidad y Uso en Agricultura Moderna. Esta publicación cubre aspectos como funciones de potasio en las plantas, necesidad, síntomas de deficiencia y el eficiente uso de fertilizantes potásicos.	\$ 2.00
* Fertilización del Banano para Rendimientos Altos. En esta publicación se discuten en amplitud los requerimientos nutricionales, ciclaje de nutrientes, análisis foliar y de suelos y fertilización del cultivo del banano.	\$ 3.00
* 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.	\$ 3.00
* CAFETO: Cultivo y Fertilización. Esta publicación discute ampliamente el origen, distribución y prácticas culturales, cobertura del suelo, enfermedades y plagas y fertilización científica del Cafeto.	\$ 8.00
* Diagnóstico Nutricional de los Cultivos. Publicación que cubre en forma completa, pero razonablemente simple, todos los factores que permiten diagnosticar los problemas nutricionales, para evitar que éstos sean limitantes en la producción de cultivos.	\$ 3.00
* Conozca y Resuelva los Problemas del Maíz. Plegable que describe los síntomas de deficiencia de nutrientes y otros síntomas relacionados con la nutrición del maíz, como guía para la obtención de rendimientos altos.	\$ 0.50



INPOFOS-INSTITUTO DE LA POTASA Y EL FOSFORO

Casilla Postal 17-17-980

QUITO ECUADOR

IMPRESOS

CORREO AEREO



BY AIR MAIL