2.82.23

INFORMACIONES AGRONOMICAS

INVESTIGACION INPOFOS EDUCACION

INSTITUTO DE LA POTASA Y EL FOSFORO
POTASH AND PHOSPHATE INSTITUTE

Nº 23 ● ABRIL 1996

FIJACION DE FOSFORO EN SUELOS DERIVADOS DE CENIZA VOLCANICA

J. Espinosa

Introducción

Los suelos derivados de cenizas volcánicas (Andisoles) cubren una apreciable área de América Central y América del Sur. La fracción arcilla de estos suelos está dominada por alofana e imogolita (minerales amorfos de rango corto) que provienen de la meteorización de los materiales piroclásticos producto de recientes deposiciones volcánicas. Investigación conducida en los últimos años ha demostrado que los complejos humus aluminio (Al) juegan también un significativo papel en el comportamiento de los Andisoles.

Una de las características más importantes de los Andisoles es su capacidad para inmovilizar (fijar) fósforo (P) en la superficie de los minerales amorfos. Esta es la principal limitante química de los Andisoles. Aparentemente, la capacidad de fijación de P de los Andisoles varía con el tipo de arcilla presente y esto a su vez cambia el efecto residual de las aplicaciones de fosfato. En ciertos cultivos, los estudios de calibración, no han logrado correlacionar adecuadamente el contenido de P en el suelo con las recomendaciones de fertilización.

Mecanismos de fijación de P en Andisoles

Inicialmente se consideró que la fijación de P en los Andisoles ocurría solamente en las superficies activas de la alofana y la imogolita. Los mecanismos de fijación de P en la alofana e imogolita incluyen procesos como quemiadsorción, desplazamiento de silicio (Si) estructural y precipitación Sin embargo, se ha reconocido la importancia de los complejos humus-Al en este proceso (Wada, 1980; Sadzawka y Carrasco, 1985: Nanzyo, 1987). La fracción humus en Andisoles forma fácilmente complejos con metales como el Al. Los grupos hidroxilo combinados con el Al acomplejado entran en reacciones de intercambio de ligandos con $HPO_4^{=}$ y $H_2PO_4^{-}$ como se observa en la Figura 1, fijando fuertemente el P aplicado (Wada, 1980; Sollins, 1991).

Este fuerte acomplejamiento del Al con el humus limita la posibilidad de coprecipitación de Al con Si, liberados de la descomposición de la ceniza volcánica, y por lo tanto limitan también la formación de alofana e imogolita. Estos procesos se han documentado en Andisoles de Japón y Colombia (Inoue y Higashi, 1988; Benavides y Gonzáles, 1988).

La acumulación de materia orgánica es mayor en suelos volcánicos localizados a mayor altitud (> 2000 m sobre el nivel del mar). Evidencia indirecta obtenida en Andisoles de Ecuador y Colombia permite concluir que la fijación de P está estrechamente relacionada con el contenido de carbono en el suelo (complejos humus-Al).

CONTENIDO

	Página
Fijación de fósforo en suelos derivados de ceniza volcánica	1
Buscando eficiencia en el uso de nitrógeno en arroz	5
Alimentando al mundo con tecnología	6
La nutrición mineral y la resistencia a las enfermedades	7
Novedades en análisis de suelos	10
Fertilización del cultivo de la Guanábana	11
Disponibilidad del P en el suelo	12
Reporte de Investigación Reciente	13
Cursos y Simposios	15
Publicaciones de INPOFOS	16

Editado por: Dr. José Espinosa

Indirectamente, esto también indicaría cuales minerales arcillosos se formarían a partir de la ceniza volcánica en determinadas condiciones y la intensidad de la fijación de P. Aparentemente los suelos alofanicos tienden a fijar menos P.

Datos de un experimento exploratorio de invernadero diseñado para estudiar la relación entre el carbono total y la fijación de P se presentan en la Tabla 1. Se sembró sorgo en macetas que contenían suelo tratado con diferentes dosis de P. Después de la cosecha, se caracterizó la retención de P en los suelos de cada una de las macetas usando la técnica descrita por Fassbender (1969). Los datos de este experimento sugieren que de hecho existe una estrecha relación entre el carbono total y la fijación de P. Se observa también que la retención de P no se reduce con las altas dosis de P aplicadas a esté Udand que tiene un alto contenido de carbono total. Se esperaba que las altas dosis de P podrían satisfacer o al menos reducir la capacidad de fijación de este suelo.

Desde el punto de vista práctico, es aparente que en Andisoles, el contenido de carbono total podría ser un buen parámetro para determinar la capacidad de fijación de P de un suelo. En la Figura 2 se presenta la correlación entre el P fijado y el contenido de carbono total de 42 Andisoles de Ecuador. Será necesario conducir experimentos de campo para confirmar si esta relación se mantiene y cómo estos parámetros se podrían relacionar con el diagnóstico del contenido de P en el suelo y con las recomendaciones de fertilización.

Efecto residual de aplicaciones de P en Andisoles

Datos de investigación de varias partes del mundo han reportado que los estudios de calibración, conducidos en Andisoles, para correlacionar el P extractable con el rendimiento y los requerimientos de P de los cultivos no han sido siempre exitosos. En la Tabla 2 se presentan datos de un experimento de invernadero conducido en un Andisol de Hawai, el cual, de acuerdo con el análisis de suelo, tenia un adecuado suplemento de P. Sin embargo, los datos de rendimiento indican que el contenido de P en el suelo no fue suficiente para mantener el crecimiento de dos plantas indicadoras, brachiaria y lechuga.

Resultados similares se obtuvieron en experimentos de campo conducidos en Andisoles de la Sierra alta de Ecuador (INIAP, 1991). En estos experimentos se cultivó papa en las mismas parcelas por tres ciclos conse-

Tabla 1. Efecto de las dosis de P en la subsecuente retención de P en dos Andisoles de Ecuador con diferente contenido de carbono.

Dosis de P_2O_5	-------Carbono Total --------		P fijado después de la 1^{era} cosecha	
	Udand	Eutrad	Udand	Eutrad
kg/ha	----------% ----------		---------- % ----------	
0	5.0	1.2	42	14
150	5.3	1.1	40	11
300	4.9	1.1	40	8
450	5.1	1.1	42	8

Fuente : Espinosa et al., 1987

Tabla 2. Respuesta a la aplicación de P en un Eutrand de Hawai.

---------- Brachiaria ----------		---------- Lechuga ----------	
Dosis de P	Rendimiento Relativo	Dosis de P	Rendimiento Relativo
µg/g	%	µg/g	%
0	4	0	26
50	76	240	59
150	100	520	79
		850	96

Contenido de P en el suelo (ppm) = Bray 1 = 61 ; Bray 2 = 175 ; Olsen = 35
Adaptado de Fox (1980).

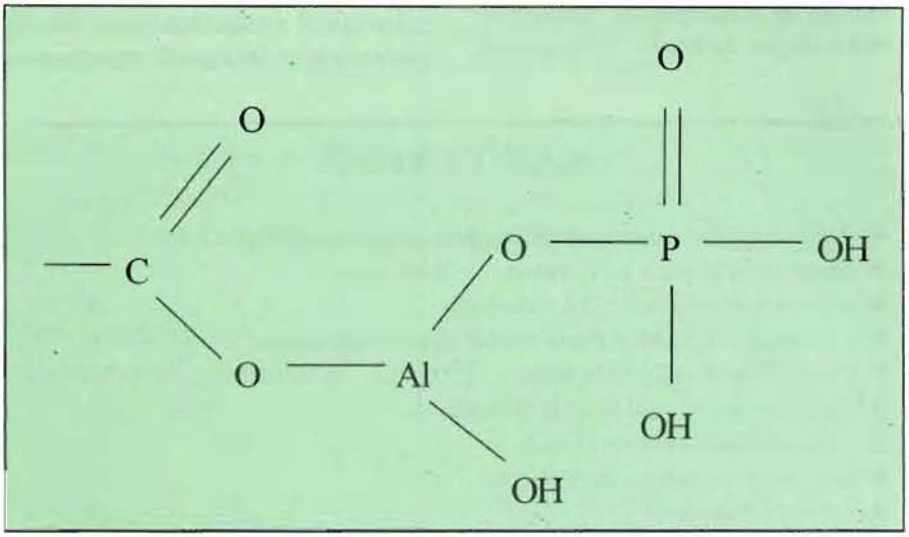

Figura 1. Representación esquemática de la fijación de P en la superficie de los complejos humus-Al (Sollins, 1991).

cutivos. Los resultados presentados en la Tabla 3 indican que los rendimientos obtenidos en la parcela testigo son bajos aún cuando el contenido de P en el suelo extraído con $NaHCO_3$, es alto (28 ppm). Se supone que el nivel crítico general para estos suelos es 12 ppm. Por otro lado, existió una apreciable respuesta en rendimientos a las dosis crecientes de P en todos los ciclos, indicando que el efecto residual de P es bajo, aún cuando el análisis de suelo no reflejaba este hecho. El contenido de P se incrementó a 38 y 59 ppm en las parcelas que recibieron una aplicación de 300 y 450 kg de P_2O_5/ha, respectivamente. Sin embargo, el rendimiento de tubérculos en el tercer ciclo, en las mismas parcelas pero sin aplicación de P, fue de nuevo bajo (Tabla 3). La misma tendencia se observa tanto en las aplicaciones bajas como en las aplicaciones altas de P. Se sospecha que existiría la misma tendencia si se hubiesen utilizado otros extractantes en el análisis de P en el suelo.

Los datos presentados en la Tabla 4 sugieren que aún aplicaciones de dosis muy altas de P no satisfacen la capacidad de fijación de este suelo, y el efecto residual es bajo.

Para obtener un adecuado rendimiento de tubérculos en este Andisol es necesaria la aplicación de P en cada ciclo.

El suelo utilizado en los experimentos descritos anteriormente (Udand) es típico de las áreas productoras de papas de Ecuador. El contenido de carbono en este suelo es 5.3% y se considera que los complejos humus-Al serían los componentes dominantes en la fracción arcilla. Es difícil distinguir entre suelos dominados por alofana, imogolita o complejos humus-Al, y hasta hace poco, los suelos conteniendo estos minerales estaban agrupados en el suborden Andept en el orden de los Inceptisoles. A partir de 1988 se creó un nuevo orden de suelos denominado Andisol para agrupar todos lo suelos derivados de materiales volcánicos (ICOMAND, 1986 ; Arnold, 1988). Este nuevo agrupamiento dentro de la taxonomía de suelo permite la separación de los

Tabla 3. Efecto residual de P en el rendimiento de papa y la relación con el contenido de P según el análisis de suelo en un Udand de la Sierra Alta de Ecuador.

Ciclo 1		Ciclo 2		Ciclo 3		Nivel de
P_2O_5 kg/ha	Rend. t/ha	P_2O_5 kg/ha	Rend. t/ha	P_2O_5 kg/ha	Rend. t/ha	P* ppm
0		0	6.04	0	6.37	28
0	3.09	0	5.90	300	32.39	41
0		300	39.34	300	31.19	46
150		0	9.90	0	8.33	28
150	18.46	150	32.65	0	11.32	32
150		150	35.44	150	34.45	40
300		0	15.92	0	7.90	27
300	27.60	300	36.54	0	12.44	38
300		300	39.86	300	32.63	64
450		0	18.84	0	13.21	34
450	27.74	450	42.55	0	24.09	59
450		450	45.12	450	28.28	89

*** Contenido de P en el suelo después del tercer ciclo ; P extraído con $NaHCO_3$ (Olsen)**

Tabla 4. Rendimiento de papa en el tercer ciclo en relación con las aplicaciones previas de P.

Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Total de P_2O_5 aplicado	Rendimiento
kg P_2O_5 /ha				t/ha
0	0	300	300	32.39
150	150	0	300	11.32
300	0	0	300	7.9
150	150	150	450	30.45
450	0	0	450	13.21
0	300	300	600	31.20
300	300	0	600	13.43
300	300	300	900	32.63
450	450	0	900	24.08

Tabla 5. Efecto de la aplicación y de la residualidad de P en el rendimiento de materia seca de una mezcla forragera en un Udand de la Sierra Alta de Ecuador.

Dosis de P_2O_5 kg/ha	Primera Cosecha	Cuarta Cosecha
	t/ha	
0	3.6	3.4
100	3.8	3.7
200.	3.3	4.3

P aplicado antes de la siembra de la mezcla forragera
Contenido inicial de P = 35 ppm extraído con $NaHCO_3$

suelos dominados por complejos humus-Al de los suelos dominados por alofana e imogolita. Este hecho podría permitir una mejor caracterización de la fijación de P en suelos derivados de ceniza volcánica.

Experimentos de largo plazo han demostrado que los niveles críticos de P, considerados adecuados para un cultivo en un tipo particular de suelo, cambian cuando se siembra otro cultivo en la rotación (Smith y Cravo, 1990). Observaciones similares se han reportado en suelos volcánicos de Ecuador y Colombia. Como se discutió anteriormente, el efecto residual de las aplicaciones de P en el cultivo de la papa es bajo en este tipo de suelos, pero lo contrario ocurre con mezclas forrajeras sembradas en el mismo suelo. La Tabla 5 ilustra la falta de respuesta a la aplicación de P en el cultivo de pastos, cuando el contenido de P en el suelo es alto (35 ppm extraídos con $NaHCO_3$), observándose además un buen efecto residual. Este comportamiento sugiere que existen diferentes niveles críticos de P para diferentes cultivos sembrados en el mismo Andisol. Se necesita más investigación en esta área.

La violenta actividad volcánica ocurrida en el pasado envió cenizas a la atmósfera, las cuales se movieron largas distancias antes de depositarse en la superficie.

Esta es la razón por la cual existen suelos derivados de cenizas volcánicas a considerables distancias del punto de origen. Algunos de estos suelos se han desarrollado en ambientes de alta humedad y temperatura localizados a bajas altitudes. Se sospecha que en estos suelos la cantidad de alofana e imogolita es alta, pero el color del suelo continua siendo oscuro y en la clasificación taxonómica antigua estaban clasificados como Dystrandepts, exactamente igual a los Andisoles de mayor altura que supuestamente tienen mayor contenido de complejos humus-Al. En el caso de estos suelos desarrollados en diferente ambiente, el análisis de suelo predice razonablemente bien la respuesta a la aplicación de P. Un ejemplo se presenta en la Tabla 6 (INIAP, 1990).

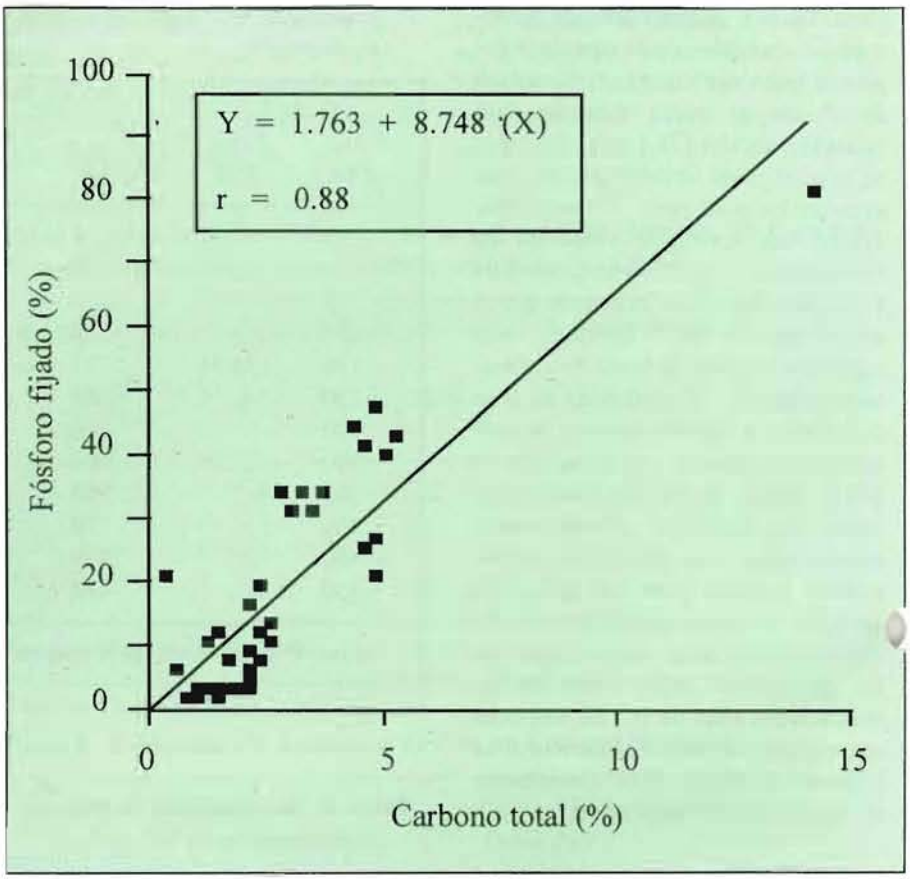

Figura 2. Correlación entre el contenido de carbono total y el porcentaje de fijación de P en Andisoles de Ecuador.

Tabla 6. Respuesta del maíz a la aplicación de P en un Udand de la Costa Tropical de Ecuador.

Dosis de P_2O_5 kg/ha	Rendimiento t/ha
0	7.5
40	8.4
80	8.3
120	8.1
Contenido inicial de P = 12 ppm extraído con $NaHCO_3$	

Conclusión

El potencial de fijación de P en Andisoles parece estar relacionado con la presencia de diferentes materiales en la facción arcilla, como resultado de las diferentes condiciones de meteorización de la ceniza volcánica. Los suelos dominados por complejos humus-Al parecen tener un mayor potencial de fijar P, la cual aparentemente es difícil de satisfacer. El contenido de C total podría ser una arma de diagnóstico complementaria que ayude a determinar la capacidad de fijación de P en Andisoles.

El análisis de suelos no predice satisfactoriamente el estado del P en el suelo para ciertos cultivos en Andisoles. Es aparente que diferentes culti-

vos tienen diferente nivel crítico cuando son sembrados en el mismo Andisol. Un mejor trabajo de calibración de los análisis de P en el suelo en Andisoles es necesario.

Bibliografía

Benitez, G. y E. Gonzales. 1988. Determinación de las propiedades Andicas y clasificación de algunos suelos de páramo. Suelos Ecuatoriales 17 :58-64.

Espinosa, J. et al. 1987. Evaluación agronómica de fertilizantes fosfatados en zonas altas de Ecuador. In L. León y O. Arregocés (eds.), Memorias Seminario de Alternativas Sobre el Uso como Fertilizantes de Fosfatos Nativos de América Tropical y Subtropical. CIAT, IFDC, CIID. Cali, Colombia.

Fassbender, H. 1969. Deficiencias y fijación de fósforo en suelos derivados de cenizas volcánicas en Latino América. In Panel Sobre Suelos Derivados de Cenizas Volcánicas, IICA, Turrialba, Costa Rica.

Fox, F. L. 1980. Soils with variable charge : Agronomic and fertility aspect. In G. Theng (ed.), Soils with variable charge. Palmerton North, New Zealand Society of Soil Science.

ICOMAND. 1986. International committee on the Classification of Andisols. Circular Letter N° 8.

INIAP. 1991. Departamento de Suelos y Fertilizantes, Estación Exp. Sta Catalina. Informe técnico 1990. Quito, Ecuador.

INIAP. 1991. Departamento de Suelos y Fertilizantes, Estación Exp. Tropical Pichilingue. Informe técnico 1990. Quevedo, Ecuador.

Inoue, K. and T. Higashi. 1988. Al and Fe-Humus complexes in Andisols. In D. Kinloch, S. Shoji, F. Beinroth and H. Eswaran (eds.), Proceedings of the Ninth International Soil Classification Workshop, Japan, 20 July to 1 August, 1987. Published, by Japanese Committee for the 9th International Soil Classification Workshop, for the Soil Management Support Services, Washington, D.C., USA.

Nanzyo, M. 1988. Phosphate reactions with andisols. In D. Kinloch, S. Shoji, F. Beinroth and H. Eswaran (eds.), Proceedings of the Ninth International Soil Classification Workshop, Japan, 20 July to 1 August, 1987. Published, by Japanese Committee for the 9th International Soil Classification Workshop, for the Soil Management Support Services, Washigton, D.C., USA. Japanese Society of Soil Science. Tsukuba, Japan.

Sadzawka, M. y M. Carrasco. 1985. Fósforo, In J. Tosso (ed.), Suelos volcánicos de Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Santiago, Chile.

Smyth, J. and S. Cravo. 1990. Phosphorus management for continuous corn cowpea production in a Brazilian Amazon Oxisol. Agron J. 82 :305-309.

Sollins, P. 1991. Effects of soil microstructure on phosphorus sorption in soils of the humid tropics. In H. Tielsen, D. Hernandez López and L. Salcedo (eds.), Phosphorus cycles in terrestrial and aquatic ecosystems. Saskatchewan Institute of Pedology. Saskatoon, Canada.

Wada, K. 1980. Mineralogical characteristics of andisols. In G. Theng (ed.), Soils with variable charge. Palmerton North, New Zealand Society Soil Science. ◆

BUSCANDO EFICIENCIA EN EL USO DE NITROGENO EN ARROZ

La eficiencia con la cual se usan los fertilizantes, especialmente el nitrógeno (N) es a menudo baja. Esta baja eficiencia puede ser causada por factores que restringen la respuesta a la aplicación de N (por ejemplo nutrición desbalanceada, problemas de insectos y enfermedades y mal manejo de cultivo), o por pérdidas de este nutriente por lixiviación o volatilización. Es conocido que la urea está sujeta a considerables pérdidas debido a la volatilización como amoníaco (NH_3), especialmente en el cultivo de arroz. Por esta razón se están investigando activamente varias técnicas para reducir estas pérdidas.

Una técnica bastante prometedora es la de colocar la urea dentro del lodo anaeróbico, entre las hileras de arroz, de modo que el amonio (NH_4^+) liberado de la urea pueda ser retenido por las partículas de suelo y no se pierda a la atmósfera. La localización manual es difícil y utiliza bastante mano de obra, pero para el propósito se ha desarrollado un inyector de urea. Experimentos de campo han demostrado que el uso del inyector permite lograr rendimientos más altos con menor uso de fertilizante. Este inyector neumático utiliza urea prilada, es operado manualmente, y puede pagarse con los incrementos en rendimiento obtenidos en la primera cosecha, añadiendo solamente 20 horas extras de costo de mano de obra por hectárea.

Sin embargo, la adopción de esta tecnología ha sido mínima. Por esta razón, se han desarrollado estrategias que puedan inducir el uso del aplicador entre los agricultores. Usando datos de Togo, Bangladesh e Indonesia se concluyó que el mayor beneficio de la localización profunda de urea se logra cuando la eficiencia es de 9 kg de arroz por cada kg de N. Los beneficios son más altos y la adopción de esta técnica es más probable cuando : 1-. El costo del fertilizante es alto (en relación con el costo del cultivo) ; 2.- Los rendimientos son altos (sin otros factores limitantes) ; 3-. El suplemento de N es bajo y ; 4-. La eficiencia de aplicaciones al voleo es baja (altas pérdidas de N). ◆

Fuente : Fertilizer International

ALIMENTANDO AL MUNDO CON TECNOLOGIA

Norman Borlaug*

La ciencia y la tecnología continuan siendo atacadas en muchos lugares por ambientalistas estridentes y extremistas, provenientes principalmente de naciones ricas, cuyo principal argumento es que el consumidor está siendo envenenado por los actuales sistemas de alta productividad agrícola y recomiendan que volvamos a los sistemas de baja producción, denominados tecnologías "sustentables".

No cabe duda que los agricultores y los ambientalistas tienen la obligación moral y profesional de advertir a líderes políticos, educacionales y religiosos del mundo sobre los problemas y dificultades de producir mayor cantidad de alimentos para saciar las necesidades del inexorable "monstruo de la población".

Precisamente por eso debemos hacer frente al hecho de que no podemos volver a los "buenos viejos tiempos" del inicio de los años 30, donde la población mundial se mantenía en 2 billones de personas y donde se usaban limitadas cantidades de fertilizantes químicos y pesticidas.

La única manera para que la agricultura produzca alimentos suficientes para satisfacer las necesidades de una población en crecimiento, y alivie el hambre y la pobreza del mundo, impidiendo el desorden social y político, es incrementando la producción en aquellas áreas que se presten a intensificación sustentable, evitando el uso o disminuyendo la intensidad de producción en aquellos sistemas de ecología más frágil.

Las preocupaciones ambientales y económicas generadas en los países ricos, donde los agricultores usan altos niveles de fertilizantes, están promoviendo cambios en las estrategias de mantenimiento de la fertilidad del suelo, basándose fundamentalmente en una mejor conservación del suelo, en el incremento de la eficiencia del uso de nutrientes y en la fijación biológica de nitrógeno.

Es interesante indicar por ejemplo que los agricultores del cinturón maicero de los Estados Unidos, haciendo uso de imágenes satelitarias, son capaces de reducir el uso de nitrógeno a través de aplicaciones precisas de fertilizante y continuar alcanzando récords de producción. La estrategia es el desarrollar sistemas de manejo integrado de fertilidad de suelo que reduzcan el desperdicio en el uso de fertilizante.

Es claro el hecho de que la mayor parte del incremento en la producción de alimentos, necesario para satisfacer las necesidades de futuras generaciones, debe alcanzarse a través del aumento en la productividad de la tierra actualmente bajo cultivo. Además, esos incrementos en productividad solamente se pueden lograr con la utilización de la tecnología actualmente disponible. Es muy arriesgado pensar que la genética molecular-biotecnológica logre revolucionar la producción agrícola a corto o mediano plazo.

La adopción de tecnologías agrícolas en las áreas más favorables para la producción conducirá no solamente al desarrollo económico, sino que también resolverá múltiples problemas ambientales que han surgido a consecuencia de la incorporación de suelos inadecuados a la producción agrícola.

Más aun, las naciones con déficit alimentario y bajos rendimientos, que buscan la autosuficiencia alimenticia, necesitan incrementar en dos o tres veces el uso de fertilizantes en los próximos 20 años.

Naturalmente, la mayor necesidad está en el Sub Sahara Africano, que se enfrenta con la horrorizante expectativa de producir solamente 75% de sus necesidades alimenticias para el año 2000, a menos que se triplique el uso de fertilizantes y se combine esta práctica con el uso de variedades altamente productivas y con mejor manejo de los cultivos.

En la Cumbre de Rio, 425 miembros de las comunidades científicas e intelectuales presentaron a los jefes de estado y a los gobiernos, la hoy denominada "Declaración de Heidelberg". Desde entonces, aproximadamente 3000 científicos han firmado dicho documento . A continuación se cita el último párrafo de esta declaración :

"Las mayores desgracias que se ciernen silenciosamente sobre nuestro planeta son la ignorancia y la opresión, y no la Ciencia, la Tecnología y la Industria, cuyos instrumentos, cuando son manejados adecuadamente, constituyen herramientas indispensables en la solución de los graves problemas mundiales como superpoblación, hambre y enfermedades, permitiendo un futuro moldeado por la Humanidad, por si y para si misma."

Las personas como nosotros, que estamos frontalmente en la línea de la producción agrícola, debemos recordar al resto de personas que la paz en el mundo no se construirá sobre estómagos vacíos y miseria humana. El negar a los pequeños y descapitalizados agricultores del mundo en desarrollo el acceso a los factores modernos de producción, tales como variedades mejoradas, fertilizantes y productos químicos para protección de los cultivos, es condenar al mundo, no al envenenamiento, como se dice, sino a la inanición y caos político y social.

Tomado de: Borlaug, N. 1995. Feeding the world with technology. Dealer Progress, 25(7):10-11.
Dr. Borlaug : Premio Novel de la Paz 1970.

LA NUTRICION MINERAL Y LA RESISTENCIA DE LAS PLANTAS A LAS ENFERMEDADES

T. Yamada*

Introducción

El efecto de la nutrición mineral de las plantas se analiza casi siempre en términos de aumento de la productividad, pero la nutrición también influye en la calidad del producto en poscosecha y en la resistencia de la planta al ataque de plagas y enfermedades.

Principios de la resistencia

Los nutrientes minerales pueden aumentar o disminuir la resistencia a plagas y enfermedades, debido a su efecto en la patrón de crecimiento, en la morfología y anatomía y particularmente en la composición química de la planta. La resistencia puede aumentar mediante cambios en la anatomía (células epidérmicas más gruesas y mayor grado de lignificación y/o silificación) y mediante cambios en las propiedades fisiológicas y bioquímicas (mayor producción de sustancias repelentes o inhibidoras).

La resistencia se aumenta particularmente por la alteración en la respuesta de la planta a los ataques parasíticos, a través del incremento de la formación de barreras mecánicas (lignificación) y de la síntesis de toxinas (fitoalexinas). Una resistencia aparente se puede alcanzar cuando existe sincronización entre los estados de crecimiento más susceptibles de la planta hospedera y el período de mayor actividad de las plagas y patógenos (Marschner, 1986).

Existe poca información sobre el efecto del estado nutricional de la planta y los mecanismos de defensa contra bacterias y virus, pero existe clara evidencia de la acción de la nutrición en contra de enfermedades causadas por hongos y el ataque de plagas (Marschner, 1986). En el caso de las enfermedades fungosas que se inician en la superficie de las raíces y de las hojas, la protección a través de la nutrición mineral balanceada es el resultado de:

- Eficiente barrera física que evita la penetración de las hifas de una cutícula gruesa y lignificación y/o acumulación de silicio en la capa de células epidermales.
- Mejor control de la permeabilidad de la membrana citoplasmática, evitando de este modo la salida de azúcares y aminoácidos (de los que se nutren los patógenos) hacia el apoplasto o espacio intercelular.
- Formación de compuestos fenólicos, con distintas propiedades fungistáticas (Figura 1).

Papel de los nutrientes en la prevención de las enfermedades

Nitrógeno

Altas concentraciones de nitrógeno (N) reducen la producción de compuestos fenólicos (fungistáticos) y de lignina de las hojas disminuyendo la resistencia a los patógenos obligados, pero no de los patógenos facultativos. Como regla general, todos los factores que favorecen las actividades metabólicas y de síntesis de las células y que retardan la senescencia de la planta hospedera (como la fertilización nitrogenada), aumentan la resistencia a los parásitos facultativos, que

Tabla 1. Resumen del efecto de los niveles de N y K en la severidad de las enfermedades causadas por patógenos (Marschner, 1986).

Patógeno y enfermedad	------ Nivel de N ------		------ Nivel de K ------	
	bajo	alto	bajo	alto
Patógenos obligados				
Puccinia spp. (mancha ferrosa)	+	+++	++++	+
Erysiphe graminis (oídio)	+	+++	++++	+
Patógenos facultativos				
Alternaria spp (manchas foliares)	+++	+	++++	+
Fusarium oxysporum (marchitez y pudrición)	+++	+	++++	+
Xantomonas spp (marchitez bacteriana)	+++	+	++++	+

Nota: ++++ = daño severo o menor resistencia a las enfermedades

Tomado de: Yamada, T. 1995. A nutricao mineral e a resistencia das plantas as doencas. Informaciones Agronómicas. POTAFOS 72:1-3.

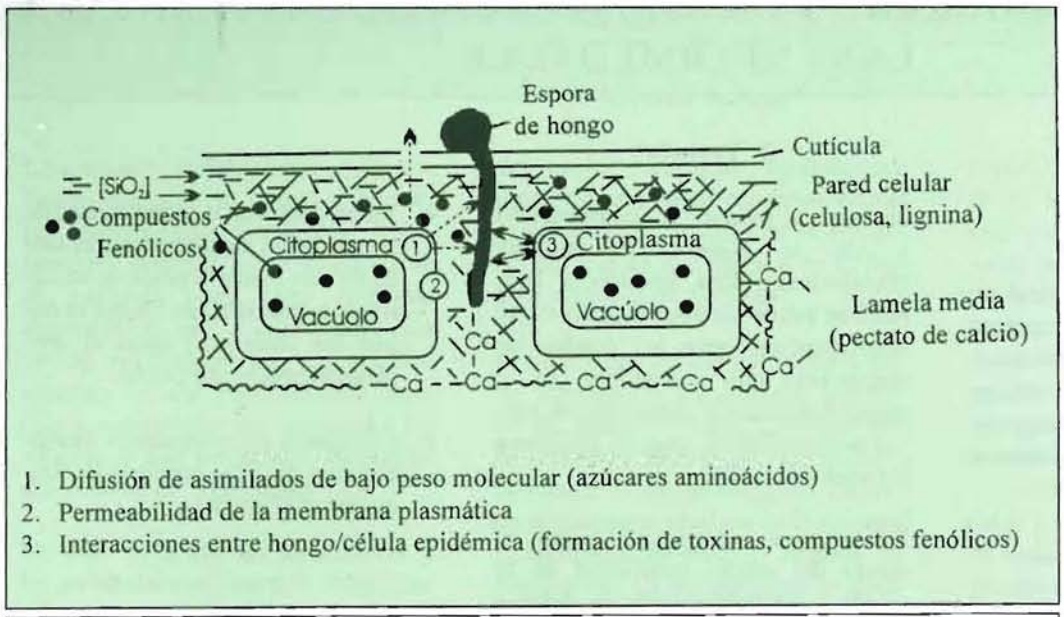

Figura 1. Representación esquemática de la penetración de una hifa de hongo en la superficie de la hoja en dirección de la capa de células epidermales (vía apoplasto) y de algunos factores relacionados con la nutrición mineral que afectan la penetración y la tasa de crecimiento de la hifa (modificada de Marschner, 1986).

Tabla 2. Efecto de dosis de fertilización potásica en el rendimiento, peso seco de 100 semillas y en la infección del grano por *Phomosis* sp y en el daño por chinche en el cultivo de soya.

K_2O aplicado (kg/ha/año)	Rend. (kg/ha)	Peso seco de 100 semillas (g)	Infección por *Phomosis* sp (%)	Daño por insectos (chinche) (%)
0	692 c	10.2 d	19.4 c	11.4 b
40	2765 b	13.0 c	13.3 b	8.8 ab
80	2950 ab	14.8 b	1.3 a	5.1 a
120	3100 a	15.3 ab	3.6 a	5.0 a
160	3103 a	15.5 ab	2.5 a	5.5 a
200	2939 a	15.8 a	3.5 a	4.9 a

Fuentes: Borket et al. (1985) y Franca Neto et al. (1985).

Tabla 3. Efecto del Ca en la resistencia a algunas enfermedades (Kiraly, 1976).

Patógeno	Bajo Ca	Alto Ca
Erwinia phytophthora	++++	+
Rhizoctonia solani	++++	+
Sclerotium rolfsii	++++	++
Fusarium oxysporum	++++	+

Nota: ++++ = daño más severo o menor resistencia a enfermedades.

prefieren tejidos senescentes (Tabla 1). Por otro lado, las aplicaciones altas de N aumentan la concentración de aminoácidos y de amidas en el apoplasto y en la superficie foliar, los que aparentemente tienen mayor influencia que los azúcares en la germinación y desarrollo de los conidios, favoreciendo el desarrollo de enfermedades fungosas (Marschner, 1986).

Fósforo

A pesar de estar involucrado en la formación de una serie de compuestos bio-orgánicos, o en procesos metabólicos de vital importancia para la planta, la acción del fósforo (P) en la resistencia a las enfermedades es variable y parece no ser muy evidente (Kiraly, 1976). Por otro lado, es preciso recordar que el P en el suelo puede reducir la disponibilidad de Fe, Mn y Zn, nutrientes que participan en los mecanismos de resistencia a las enfermedades. Por lo tanto, un exceso de P podría afectar indirectamente la sanidad de las plantas.

Potasio

La deficiencia de potasio (K) provoca acumulación de aminoácidos (que contribuyen a la degradación de los fenoles) y de azúcares solubles (que son nutrientes de los patógenos). Además, la deficiencia de K retarda la cicatrización de las heridas, favoreciendo la penetración de los patógenos. El K tiene una acción clara y bien definida en la resistencia de las plantas a las enfermedades causadas tanto por patógenos obligatorios como por patógenos facultativos (Tabla 1).

En la Tabla 2 se observa como dosis de K que producen una respuesta marginal en producción (80 kg contra 40 kg de K_2O/ha) presentan un significativo mejoramiento en la calidad de

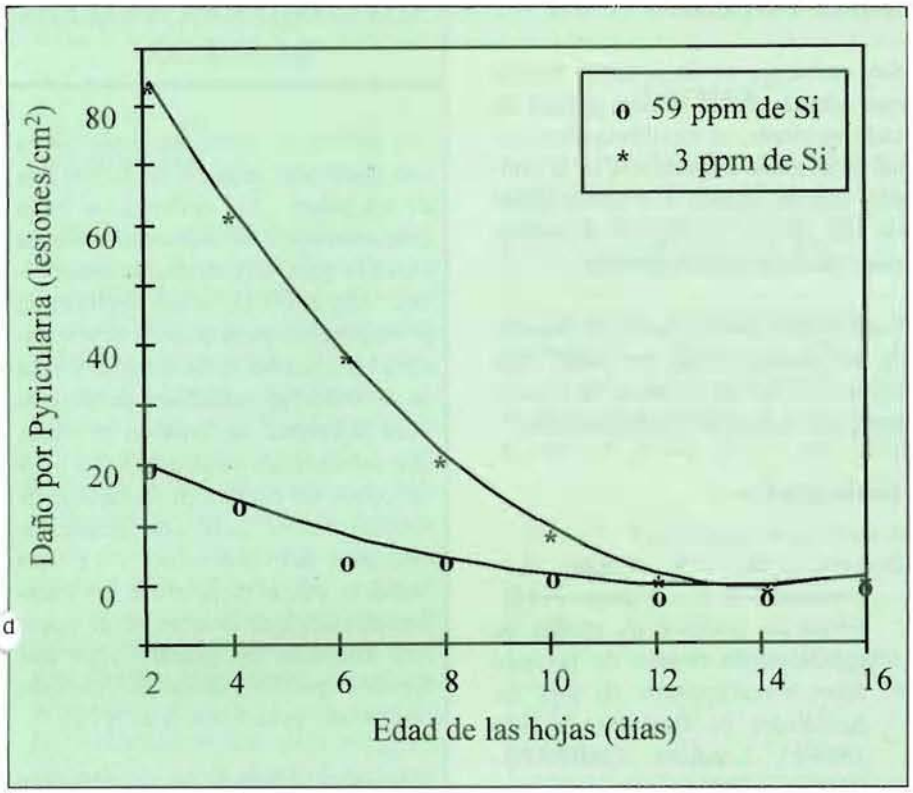

Figura 2. Variación de la resistencia a daño por *Pyricularia oryzae* con la edad de la hoja con 2 niveles de Si (modificado de Volk et al., 1958).

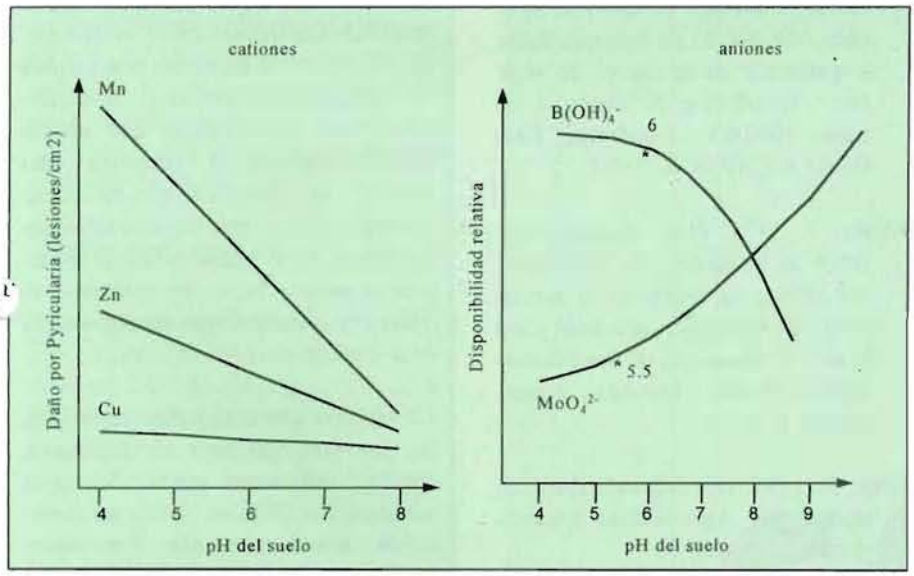

Figura 3. Relación entre la disponibilidad de los micronutrientes y del pH del suelo (Loué, 1986).

la semilla, en la reducción de la infección por *Phomosis* sp y en la reducción del daño por chinche (Borkert et al., 1985; Franca Neto et al., 1985).

Calcio

El contenido de calcio (Ca) en el tejido de las plantas afecta la incidencia de enfermedades parasitarias de dos maneras. En primer lugar, el Ca es esencial para la estabilidad de las bio-membranas, cuando su nivel es bajo existe un incremento del flujo de compuestos de bajo peso molecular del citoplasma hacia el apoplasto. Segundo, los poligalacturonatos de Ca son requeridos en la lamela media para la estabilidad de la pared celular. Muchos hongos parasitarios y bacterias invaden el tejido vegetal a través de la producción extracelular de enzimas pectolíticas, como la poligalacturonasa, que disuelve la lamela media. El Ca inhibe la actividad de esta enzima (Bateman & Lumsden, 1965, citados por Marschner, 1986). Se ha demostrado el efecto del Ca en la resistencia a varias enfermedades conforme se indica en la Tabla 3.

Silicio

A pesar de no ser un nutriente reconocido como esencial, el silicio (Si) es un elemento presente en gran cantidad en las gramíneas. Basta decir que el nivel considerado como crítico en la hoja del arroz es de 5%. Se conoce a través de literatura, el importante papel del Si en la resistencia del arroz a la infección causada por *Pyricularia grisea* o *Pyricularia oryzae*. La resistencia parece estar directamente relacionada con la concentración de Si en el jugo celular de las hojas jóvenes (Figura 2). A medida que la hoja envejece, la resistencia aumenta rápidamente hasta ser virtualmente completa, tanto a bajo como a alto suplemento de Si (Volk et al., 1958).

Trabajos conducidos en Brasil en 1989 para determinar los principales factores que condicionan la productividad del arroz de secano y su sensibilidad a *Pyricularia oryzae* en Oxisoles de altitud, concluyen que el tratamiento "arado x rotación con leguminosas x NPK + termofosfato Yoorin" garantiza una buena protección contra piricularia y que el Si presente en el termofosfato Yoorin (alrededor de 24% de SiO_2) sería uno de los elementos responsables para dicha resistencia.

Micronutrientes

Los mismos principios gobiernan tanto el efecto de los macro como de micronutrientes en la resistencia a las enfermedades (Marschner, 1986). La

deficiencia nutricional lleva a la acumulación de sustancias orgánicas de bajo peso molecular que reducen la resistencia de las plantas.

En la práctica, los resultados de investigación con micronutrientes citados en la literatura son contradictorios e inconclusos. Esto puede deberse a la serie de interferencias que los micronutrientes sufren en la disponibilidad y absorción.

La disponibilidad de los micronutrientes se ve afectada principalmente por el pH y por el contenido de materia orgánica del suelo. La acción del pH sobre la disponibilidad de algunos micronutrientes se puede observar en la Figura 3. El incremento de pH afecta la disponibilidad de los cationes manganeso (Mn), zinc (Zn) y cobre (Cu). El incremento del pH disminuye además la disponibilidad del boro (B), que se hace más sensible por encima de pH 6.0. El molibdeno (Mo) es el único micronutriente que aumenta su disponibilidad con el incremento del pH.

Muchos compuestos orgánicos, principalmente los ácidos húmicos, forman quelatos con los micronutrientes catiónicos, disminuyendo la disponibilidad de estos elementos en la solución del suelo. De manera general, se estima que los compuestos orgánicos quelatan micronutrientes en el siguiente órden decreciente: Cu>Zn>Mn (Loué, 1986).

Conociendo la importancia de los micronutrientes en los procesos bioquímicos que confieren resistencia de las plantas a las enfermedades, es preciso tomar todas las precauciones para evitar posibles deficiencias. En condiciones de pH elevado, donde es posible la reducción de la disponibilidad de algunos micronutrientes en el suelo, la aplicación vía foliar es una posibilidad que se debe considerar.

Consideraciones finales

En un artículo corto es difícil profundizar en un asunto tan amplio como el del papel de la nutrición mineral en la resistencia de las plantas a las enfermedades. Los interesados en mayor información deberán referirse a la literatura especializada.

Sin embargo, es importante indicar que además de la acción aislada de cada nutriente, el equilibrio nutricional es de suma importancia en la sanidad vegetal, debido a la complejidad de los efectos sinérgicos existentes entre macro y micronutrientes.

Todo indica que la nutrición mineral de las plantas juega un papel muy importante en los sistemas de control integrado de plagas y enfermedades.

Bibliografía

Borkert, C.M, G.S. Sfredo, A.F. Lantmann e R.J. Campo. 1985. Efeito de doses e de modos de aplicacao de cloreto de potássio sobre o rendimiento da soja. In: Resultados de Pesquisa de Soja 1984/85. Londrina, EMBRAPA-CNPSo. p. 292-4.

Francaneto, J. de B., N.P. da, Costa, A.A. Henning, J.B. Palhano, G.J. Sfredo e C.M. Borket. 1985. Efeito de doses e métodos de aplicacao de cloreto de potássio sobre a qualidade da semente de soja. In: Resultados de Pesquisa de Soja 1984/85. Londrina, EMBRAPA-CNPSo. p. 294-5.

Kiraly, Z. 1976. Plant disease resistance as influenced by biochemical effects of nutrients in fertilizers. In: Fertilizer use and plant health. Colloquium of the International Potash Institute Proceedings. p. 33-46.

Loué, A. 1986. Les oligo-elements en agriculture. Agri Nathan International. p. 339.

Marschner, H. 1986. Mineral Nutrition of Higher plants. San Diego, Academic Press. P. 674.

Volk, R.J., R.P. Kahn, and R.L. Wintraub. 1958. Silicon content of the rice plant as a factor influencing its resistance to infection by the blast fungus, *pyricularia oryzae*. Phytopathology, St. Paul, 48(4):179-84. ◆

NOVEDADES EN ANALISIS DE SUELOS

Los análisis de suelos son actualmente una operación rutinaria en la mayoría de los países. Sin embargo, se están constantemente introduciendo nuevas técnicas para circunstancias específicas. Así, el IFDC ha desarrollado un procedimiento para muestrear y analizar el pH y niveles de amonio y urea en la vecindad inmediata de un gránulo individual de urea en el suelo. Una rebanada de suelo de 2 x 3.6 x 0.9 cm puede ser cortada en 45 láminas de submuestras y cada una puede ser analizada individualmente. En esta forma se puede monitorizar las transformaciones que ocurren en el micro sitio alrededor del gránulo, y en esta forma se pueden conocer los cambios ocurriendo en la cercanía de la raíz.

Existe mucho interés por maximizar la eficiencia de los fertilizantes, variando las dosis de aplicación de acuerdo a las variaciones del nutriente en diferentes sitios en el suelo. Esto requiere de un mapeo previo que determine el estado de los nutrientes en el suelo o, en el caso de un nutriente que cambia tan rápidamente como el N, se requiere de una metodología que estime instantáneamente el contenido del nitrato. Investigación conducida en Canadá sugiere que un electrodo selectivo de iones puede medir el contenido de nitrato in situ de manera confiable, en lecturas que toman menos de 4 segundos.

Un método alternativo fue desarrollado por investigadores en Inglaterra, quienes utilizaron cintas de papel sensitivo (cuyo color puede ser medido en un reflectómetro). Para determinar los niveles de amonio y nitrato en suelos cultivados con pasto. Este análisis es volumétrico y debe tomar en cuenta las variaciones en el contenido de humedad en el suelo. Este método rápido funciona igual que el método convencional del laboratorio y permite aplicaciones de N al voleo en cantidades exactas, evitando problemas de falta o exceso del nutriente. ◆

Fuente : Soils and Fertilizers

FERTILIZACION DEL CULTIVO DE LA GUANABANA

Laprade, S.*

Introducción

El cultivo de la guanábana se ha consolidado en los últimos dos años en Costa Rica debido al incremento en el consumo por parte de las industrias nacionales productoras de yogurts, helados y néctares concentrados. El consumo pasó de 250 toneladas en 1991 a más de 500 en 1993. Ante este auge, es necesario incrementar la productividad del cultivo y para lograrlo, uno de los aspectos más importantes es la fertilización.

Debido al escaso conocimiento existente sobre la nutrición en guanábana, diferentes cantidades y una variedad de fertilizaciones han sido recomendadas dentro de un amplio espectro de criterios. Por ejemplo, Avilán y Laborem (1981) recomendaron la aplicación de 27 kg/ha de nitrógeno (N), 39 kg/ha de fósforo (P) y 38 kg/ha de potasio (K) para obtener 6.371 kg/ha de fruta fresca. Elizondo (1989), en un análisis de las fertilizaciones utilizadas en la zona Atlántica de Costa Rica, concluyó que deben aplicarse de 120 a 1.200 kg/ha de fertilizantes en forma de 10-30-10 ó 18-5-15-6-2.

Trabajo de campo

Investigación conducida previamente en el Centro de Investigaciones Agrícolas de CORBANA, en 28 Millas de Matina, determinó que las dosis anuales de N, P_2O_5 y K_2O para obtener rendimientos adecuados del cultivo eran de 200, 150 y 250 kg/ha, respectivamente (Laprade, 1991). Estos resultados sirvieron de base para implementar el presente estudio en el que se aplicaron conjuntamente los 3 elementos, en las cantidades antes indicadas, sobre un lote comercial de 6.0 hectáreas de guanábana en el mismo Centro Experimental. El Centro de Investigaciones Agrícolas de CORBANA, en 28 Millas de Matina, Limón, se caracteriza por tener una precipitación media anual de 3.422 mm, una temperatura media de 25°C y una humedad relativa de 85%.

El programa de fertilizaciones se implementó a finales de 1991. El mismo consistió en aplicar el N y el K en forma fraccionada, en cinco ciclos al año, a media gotera del árbol, mientras que el P se aplicó una sola vez al año, por espeque en los cuatro puntos cardinales de cada árbol. La densidad de árboles de guanábana en el lote es de 232 unidades/ha. El lote ha recibido un manejo uniforme en cuanto a podas y combate de plagas y enfermedades.

Tabla 1. Resultados de análisis de suelos en el lote de guanábana en 1991 y 1994.

Año	Ca	Mg	K	P	Fe	Zn
	------- meq / 100 g suelo -------			---------- ppm ----------		
1991	25	9.0	0.24	7	102	1.0
1994	28	9.5	0.45	14	72	1.6

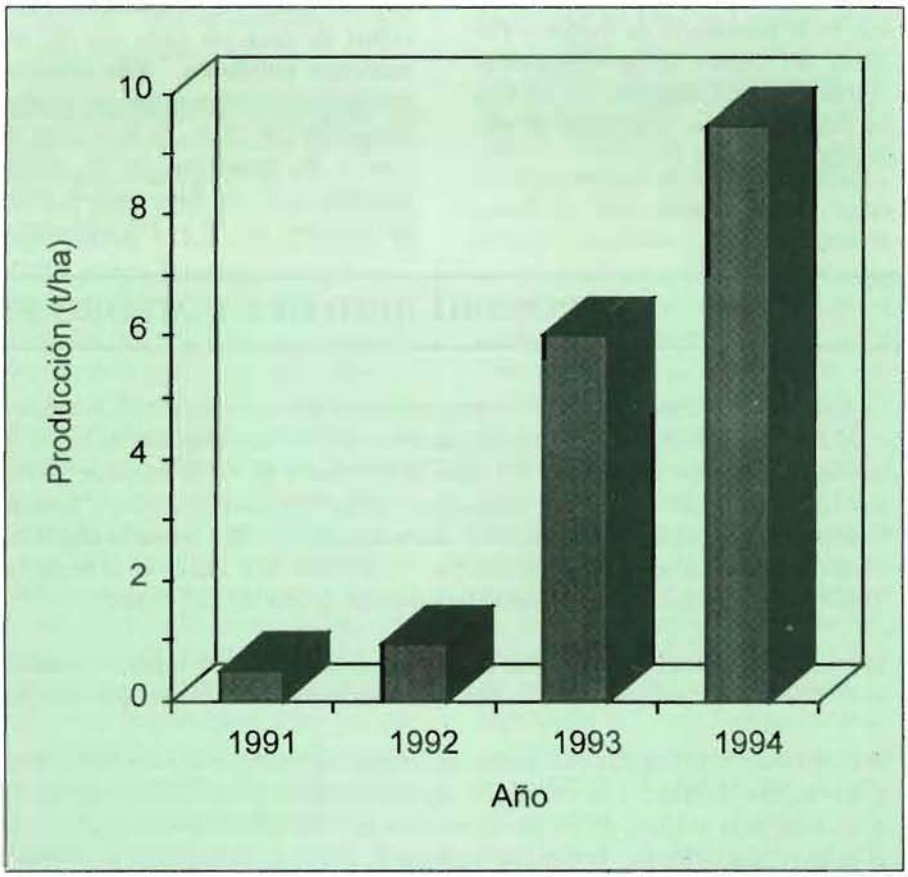

Figura 1. Efecto de la fertilización con 200, 150 y 250 kg/ha de N, P_2O_5 y K_2O en el rendimiento anual de fruta fresca de guanábana.

* Tomado de: Laprade, S. 1995. La fertilización en el cultivo de la guanábana. CORBANA, Revista de la Corporación Bananera Nacional. 20(43): 26-27.

Resultados

Desde 1991 hasta 1994 se han recopilado datos sobre la producción anual de fruta fresca por hectárea. Estos resultados se muestran en la Figura 1 donde se observa que la producción se duplicó después del primer año pasando de 0.5 ton/ha, en 1991, a 1.0 ton/ha, en 1992. Un aumento considerable se presentó en 1993 cuando se produjeron 6.0 ton/ha, lo que representó un 600% de incremento con respecto al año anterior. En 1994, la producción siguió incrementándose, pero de manera más paulatina, ya que las 9.5 ton/ha que se produjeron ese año representaron un 167% de aumento, en relación con 1993.

Un análisis del suelo realizado en 1991, antes de iniciar las aplicaciones de nutrientes descritas en este estudio, se comparó con otro realizado en 1994, con el propósito de apoyar los datos obtenidos en términos de productividad. Ambos análisis se realizaron en el laboratorio de Suelos y Foliares del Centro de Investigaciones Agrícolas de CORBANA, en La Rita de Pococí, Limón. Los datos se presentan en el Tabla 1.

Los niveles de todos los nutrientes examinados, excepto el Fe, se incrementaron de 1991 a 1994. Con respecto a los nutrientes que se aplicaron, se observa que el K se incrementó de 0.24 a 0.45 meq/100 g suelo mientras que el P duplicó su concentración en el suelo de 7 a 14 ppm. Los niveles de ambos nutrientes en 1991 se encontraban por debajo del óptimo establecido para el cultivo que es de 0.4 meq/100g para el K y 20 ppm para el P (Bertsch, 1986). En 1994 la concentración de K ya había alcanzado el valor óptimo mientras que la de P aún se encontraba ligeramente por debajo de ese valor.

Conclusión

El efecto de la aplicación conjunta de N, P y K en el rendimiento de guanábana, en un lote comercial de 6 hectáreas, corrobora los resultados obtenidos en investigación previa (Laprade, 1991) que obtuvo los mismos resultados con la aplicación individual de dosis de cada uno de los nutrientes estudiados. Esta información permite confirmar que los niveles apropiados de P_2O_5 y K_2O para el cultivo de guanábana en la región Atlántica de Costa Rica están en valores cercanos a 150 y 250 kg/ha/año, respectivamente.

Literatura citada

Avilán, R. y E. Laborem. 1981. Exportación de nutrientes por una cosecha de guanábana. Agronomía tropical (Venezuela) 31(1-6) :301-3V7.

Bertsch, F. 1986. Manual para interpretar la fertilidad de los suelos de Costa Rica, Universidad de C.R. 76 p.

Laprade, S. 1991. Respuesta de la guanábana a dosis creciente de fertilizantes nitrogenado. En Informe anual Dir. Investigaciones y Dir. Agr. 1991. Costa Rica, CORBANA p. 118-119.

------. 1991. Respuesta de la guanábana a dosis creciente de fósforo. En Informe anual Dir. Investigaciones y Dir. Agr. 1991. Costa Rica, CORBANA p. 120-121.

------. 1991. Respuesta de la guanábana a dosis creciente de potasio. En Informe anual Dir. Investigaciones y Dir. Agr. 1991. Costa Rica, CORBANA p. 122-123. ◆

DISPONIBILIDAD DEL FOSFORO EN EL SUELO

La química del fosfato en el suelo es muy compleja y comprende procesos mediante los cuales el P es físicamente adsorbido a las partículas del suelo, o es retenido en la estructura como fosfatos de calcio hierro y aluminio. Sin embargo, se conoce que la materia orgánica bloquea los sitios de adsorción de P. Trabajos de investigación conducidos en China demostraron que la incorporación de materia orgánica en forma de majada de cerdos y bovinos o como celulosa redujo la adsorción de P e incrementó la desorción (liberación), incrementando de esta forma la disponibilidad de P en la solución del suelo. Este efecto fue más marcado cuando mayor fue el contenido de P inicial en el suelo. Además las muestras frescas del suelo retuvieron P más fuertemente que cuando las muestras fueron secadas al aire.

La localización precisa de los sitios de absorción de P no es clara, pero la capacidad de adsorción de 36 suelos de Australia se relacionó principalmente con su contenido de óxidos de aluminio, aún cuando el contenido de óxidos de hierro fue alto.

Por otro lado, estudios en cinco suelos de Texas compararon a la adsorción y desorción de P con la cantidad de P absorbida por el cultivo de maíz. Los valores de capacidad e intensidad derivados de las curvas de adsorción y desorción fueron muy diferentes, pero ninguno de los dos parámetros se correlacionó bien con el crecimiento del maíz y con la absorción de P por el cultivo. Sin embargo, la máxima cantidad de P desorbida del suelo se correlacionó mejor con el crecimiento y toma de P y puede ser utilizada como un buen indicativo de la disponibilidad de P en el suelo. La adsorción de P en el suelo es rápida y ocurre inmediatamente después de la liberación del P del fertilizante a la solución del suelo. Por esta razón, el P es retenido en el suelo inmediatamente adyacente al sitio donde se localizó el gránulo de fertilizante. La redistribución subsecuente del P retenido es en cambio muy lenta. ◆

Fuente : Soils and Fertilizers

REPORTE DE INVESTIGACION RECIENTE

RESPUESTA DEL MAIZ A LA FERTILIZACION A LARGO PLAZO CON NITROGENO Y FOSFORO

Schlegel A. J., and J. L. Havlin. 1995. Corn response to long term nitrogen and phosphorus fertilization. J. Prod. Agric. 8:181-185.

Recomendaciones precisas de N para la producción continua de maíz (*Zea mays* L.) bajo riego son importantes para maximizar la productividad y la rentabilidad, mientras que por otro lado se minimiza el impacto ambiental del uso de fertilizantes. El objetivo de este estudio fue el de determinar los efectos de la fertilización a largo plazo con N y P en el rendimiento de grano y en la recuperación de N por el cultivo continuo de maíz bajo riego y el de comparar las recomendaciones de N predichas con los requerimientos reales de N del cultivo. Se aplicaron anualmente, desde 1961 a 1991, 6 dosis de N (0, 45, 90, 135, 180 y 225 kg/ha) y dos dosis de P (0 y 20 kg P/ha) en un arreglo factorial en parcelas ubicadas en un suelo Ulysses silt loam (fine silty, mixed, mesic Aridic Haplustoll) cerca de Tribuna, KS. Los rendimientos de grano fueron mayores con la combinación N y P que cuando se aplicaron estos nutrientes individualmente. La dosis óptima de N fue de 180 kg N/ha y fue relativamente constante sobre el tiempo. Promediando los últimos 10 años, la aplicación de 180 kg N/ha incrementó los rendimientos en 43% cuando no se aplicó P y en 103% con P. El beneficio en rendimiento de la aplicación de P se incrementó a través del tiempo. El adecuado N y P incrementó los rendimiento de grano en un 29% de promedio en 31 años y en 48% en los últimos 10 años. Las aplicaciones de P redujeron la humedad en el grano de 28 a 23%. La recuperación aparente en el grano del N proveniente del fertilizante fue el doble cuando se aplicó P. Se utilizó un modelo para comparar los requerimientos estimados de N con las dosis actuales basadas en metas de rendimiento. Se estimó que los rendimientos obtenidos con 180 kg N/ha requerían de 246 a 291 kg N/ha, o sea una sobre estimación de 30 al 60%. Estos datos sugieren que el factor de cultivo utilizado en el modelo debería ser reducido para mejorar la precisión de las recomendaciones de fertilización.◆

CRECIMIENTO, PRODUCCION DE FITOMASA Y REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DEL CAFETO EN ALTAS DENSIDADES SOBRE SUELO FERRALITICO ROJO DE MONTAÑA

Rivera, R., J. D. Mederos, B. León y F. Fernández. 1994. Crecimiento, producción de fitomasa y requerimientos nutricionales del cafeto en altas densidades sobre suelo ferralítico rojo de montaña. Cultivos Tropicales 15(1):15-22.

Se caracterizaron el crecimiento vegetativo, la producción de fitomasa y los requerimientos de N, P_2O_5 y K_2O de una plantación de cafeto cultivada bajo sombra y con una densidad de 12500 plantas/ha, sobre suelo Ferralítico Rojo de montaña a 750 m sobre el nivel del mar en Topes de Collantes, provincia de Sancti Spítitus, Cuba. Se evaluaron la altura, el diámetro de la copa, el área foliar, el número, la longitud y los entrenudos de las ramas primarias, las ramas secundarias, así como la producción de fitomasa y la extracción de N, P_2O_5 y K_2O en los diferentes compartimientos de la planta y en toda la plantación. Se encontró que el cafeto en estas condiciones apropiadas presentó buenos índices de crecimiento, entre los que se destacan la emisión de nueve pares de ramas primarias/año, altos índices de áreas foliares, que alcanzaron hasta diez en el cuarto año y magníficos rendimientos con un promedio anual de 2.7 t café oro/ha en las primeras cuatro cosechas. La producción anual de fitomasa alcanzó valores de hasta 13.3 t masa seca/ha en la etapa productiva, de los cuales el 46% correspondió a los frutos e indica una alta eficiencia de la plantación. Los requerimientos de nutrientes fueron altos, con acumulados en los primeros cinco años de 806, 111 y 847 kg N, P_2O_5 y K_2O/ha respectivamente y extracciones anuales dependientes del nivel de rendimiento que, en ocasiones, alcanzaron hasta 270 kg de N y K_2O y 35 Kg P_2O_5.◆

ACTIVIDAD MICROBIANA EN FUNCION DEL ENCALADO EN UN SUELO CAFETERO

Andrade, D.S., A. Colozzi-Filho, A., M.A. Paván., E.L. Balota., J.C.D. Chaves. 1995. Revista Brasileira de Ciencia do Solo, Campinas, 19(2):191-6.

Se instaló un experimento de campo en octubre de 1988 en Londrina (PR), con el objeto de determinar el efecto del encalado en la producción de café en un latosol rojo. Los tratamientos fueron: testigo sin encalar, encalado para neutralizar el Al intercambiable, encalado para saturación de bases (70%) y encalado para neutralizar la acidez total (H^++Al^{3+}). Se hizo un análisis químico y microbiológico del suelo, treinta meses después de la aplicación de cal. El encalado aumentó el pH, y los contenidos de P, K, Ca y Mg y disminuyó el de Al^{3+}, pero no alteró el carbono orgánico total del suelo. Por otro lado, el suelo corregido presentó incremento en la relación C-microbiano/C-orgánico, en la actividad microbiana, en el número de microorganismos amonificadores, en las bacterias nitrificantes, en la tasa de amonificación y en el potencial nitrificante del suelo. No se observaron efectos en la esporulación ni en la colonización de raíces por hongos micorrízicos. La relación C-microbiano/C-orgánico y la mineralización del N constituyeron los indicadores de las alteraciones proporcionadas por el encalado en la calidad de la materia orgánica del suelo y en la disponibilidad de nutrientes.◆

EFECTO DE LA EPOCA DE APLICACION DEL FERTILIZANTE NITROGENADO EN EL RENDIMIENTO DE FREJOL, EN EL PERIODO OTOÑO-INVIERNO

Araujo, G.A., C. Vieira, G.V. Miranda. 1994. Revista Ceres, Vicosa, 41(236):442-50.

En el período de Otoño-invierno en Ponte Nova y Leopoldina, se instalaron 3 ensayos de fréjol, cultivar Minero Precoz y 3 ensayos con el cultivar Oro (ciclo normal). Los tratamientos fueron: Testigo sin N, 60 kg/ha de N al surco, 20 kg/ha de N al surco + 40 kg/ha de N en cobertura, aplicados en diferentes épocas: V4 + 5 días, V4 + 10 días, V4 + 15 días, V4 + 20 días y V4 + 25 días. Para el cv. Oro se utilizó el tratamiento V4 + 30 días. Todos los tratamientos recibieron fertilización básica de 80 kg/ha de P_2O_5 y 20 kg/ha de K_2O. El cv. Minero Precoz alcanzó el estado V4 a los 21 días después de la emergencia y la Oro a los 23 días. Se concluye que es ventajosa la aplicación fraccionada de abono nitrogenado, cuya aplicación en cobertura, se debe hacer aproximadamente hasta 30 días después de la emergencia.◆

EFECTO DE FUENTES SOLIDAS Y LIQUIDAS DE FOSFORO EN LA PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD DE LA SOYA

Bernardi, A.C. de C., Q.A. Carmello, G.M. de S. Cámara, L.M. dos Santos, y M.A.B. Regitano-d'Arce. 1995. Revista de Agricultura, Piracicaba, 70(2):179-201.

Se evaluó el ácido fosfórico (AF) como fuente de P en soya en comparación con otras fuentes sólidas, (superfosfato triple - ST, superfosfato simple - SS y fosfato monoamónico - MAP). Las fuentes SS, ST y MAP proporcionaron los mejores rendimientos de grano, en tanto que el AF fue equivalente solamente al ST y MAP. La eficiencia agronómica de los fertilizantes sólidos y líquidos fueron comparables, demostrando la viabilidad del uso de AF en el cultivo de la soya. En cuanto al contenido de nutrientes en las hojas, solamente para Mg y Zn se obtuvieron diferencias significativas entre las fuentes. El peso de 100 granos y el número de granos por vaina no se afectaron por las fuentes de P, pero ocurrió lo contrario con la exportación de nutrientes a los granos. La producción de proteína estuvo poco influenciada por los tratamientos. La productividad de aceite se incrementó con el uso de SS e ST, seguido por el MAP y por el AF, siendo menor cuando no se aplicó P. ◆

DINAMICA DE IONES EN LA SOLUCION DE UN SUELO SOMETIDO A SIEMBRA DIRECTA

Salet, R.L. 1994. Disertacao de Mestrado, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre-RS.

El sistema de Siembra Directa presenta importantes problemas y dudas que necesitan ser investigadas como: menor absorción de N por los cereales, dinámica y disponibilidad de cationes con el aumento de la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) superficial del suelo, presencia de Al tóxico por la reducción del pH en la superficie del suelo. Con el propósito de investigar estos problemas y/o dudas, se realizaron 3 estudios en un experimento hace 8 años, bajo sistema de Siembra Directa y Sistema Convencional, en un latosol rojo oscuro. Se evaluaron los iones de la solución del suelo, en el ciclo de desarrollo del cultivo de maiz (*Zea mays* L.), los nutrientes en la superficie de intercambio del suelo (K, Ca y Mg) y los nutrientes absorbidos por las plantas (N, K, Ca y Mg). Los resultados indicaron que: la mayor inmovilización microbiana de fertilizante nitrogenado puede ser responsable por la menor absorción de N por las plantas, en el sistema de Siembra Directa establecido. El sistema de Siembra Directa presenta una menor concentración de cationes en la solución del suelo, en relación al Sistema Convencional. En el sistema de Siembra Directa, después de las enmiendas, el Al tuvo menor actividad estimada en la solución del suelo, debido probablemente a la formación de complejos organometálicos.◆

MINERALOGIA Y FORMAS DE POTASIO Y SUS RELACIONES CON LA DISPONIBILIDAD PARA LAS PLANTAS EN LATOSOL ROJO DEL ESTADO DE PARANA

Silva, D.N. da. 1994. Dissertacao de Mestrado em Ciencias do Solo, Universidade Federal Do Rio Grande do Sul, Porto Alegre-RS.

La frecuencia de fuentes minerales de K y su contribución en el suplemento a las plantas se ha considerado como poco significativa en latosolos de Brasil. En este trabajo se probó la hipótesis de que la forma intercambiable no es la única fuente de K de esos suelos, para lo cual, se colectaron muestras de dos latosolos del Estado de Paraná (LRa y LRd), que presentaron diferente respuesta a la fertilización potásica, cultivados en el período de 1983 a 1993 con soya y trigo, con y sin fertilizante potásico. Los contenidos de K total de ambos suelos fueron bajos, alrededor de 800mg/kg. En valores absolutos, la fracción limo fue la que presentó mayor contenido de potasio total. Mediante análisis DRX se identificaron picos débiles de mica en las subfracciones de limo y de arcilla y argilominerales 2:1 con material hidroxi entre capas (2:1 HE) en la fracción arcilla. En LRa en la parcela que no recibió aplicación de K y en la que el contenido inicial de K intercambiable fue de 64 mg/kg, presentó acentuada reducción de K total (172 mg/kg) indicando contribución de K no intercambiable a las plantas. En LRd , en el mismo tratamiento, la reducción en el contenido de K intercambiable fue en términos prácticos, igual a la reducción en el contenido de K intercambiable de ese suelo (263 mg/kg de K), indicando que la ausencia de respuesta a la fertilización potásica se presentó a costa de la utilización del K intercambiable. Las fuentes de K no intercambiable en esos suelos son probablemente, las micas y pueden también estar asociadas a los argilominerales 2:1 HE.◆

CURSOS Y SIMPOSIOS

1. XV CONGRESO ARGENTINO DE LA CIENCIA DEL SUELO

ORGANIZA : Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo
LUGAR : Santa Rosa - Argentina
FECHA : Mayo 19-24 de 1996
INFORMACION : A.A.C.S.
Sarmiento 161
6300 Santa Rosa,
La Pampa - Argentina
Telf.: 954 32547
Fax.: 954 32547

2. I SIMPOSIO INTERNACIONAL SOBRE SAVANAS TROPICALES

ORGANIZA : EMBRAPA
LUGAR : Brasilia - Brasil
FECHA : Mayo 24-25 de 1996
INFORMACION : Secretaria del Simposio
Casilla postal 08-223
Planaltina, DF 73301-970
Brasil
Telf.: 061 389 1171
Fax.: 061 389 2958

3. CONFERENCIA SOBRE SISTEMAS DE MANEJO ESPECIFICO DE SUELOS Y CULTIVOS Y SISTEMAS DE COMUNICACION COMPUTARIZADA PARA AGRICULTURA

ORGANIZA : PPI y FAR
LUGAR : University of Illinois, Urbana, IL
FECHA : 30 Julio - 1 Agosto de 1996
INFORMACION : Dr. Bob Darst, PPI
655 Engineering Drive, Suite 110
Norcross, GA 30092-2843
USA
Telf.: 770 447 0335
Fax.: 770 448 0439

4. XIII CONGRESO LATINOAMERICANO DE LA CIENCIA DEL SUELO

ORGANIZA : Sociedad Brasilera de la Ciencia del Suelo
LUGAR : Aguas de Lindóia SP, Brasil
FECHA : Agosto 4-10 de 1996
INFORMACION : ESALQ- Departamento de la Ciencia del Suelo
Casilla postal 9
13400-970
Piracicaba- SP-Brasil
Telf.: 194 294246
Fax.: 194 343242

5. XII REUNION DE ACORBAT

ORGANIZA : Asociación para la Cooperación en investigaciones bananeras en el Caribe y América Tropical (ACORBAT)
LUGAR : Santo Domingo, República Dominicana
FECHA : 27 Octubre 2 Noviembre de 1996
INFORMACION : Comité Organizador
Calle Euclides Morillo N° 51,
Arroyo Hondo, A. Postal 388-9
Santo Domingo, República Dominicana
Telf.: 809 563 6178
Fax. : 809 563 6181

6. VIII CONGRESO COLOMBIANO DE LA CIENCIA DEL SUELO

ORGANIZA : Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo
LUGAR : Santa Marta, Colombia
FECHA : 1-5 Octubre de 1996
INFORMACION : Dr. Francisco Silva
Secretario S.C.C.S
Carrera 11 N° 66-34
Bogotá, Colombia
Telf.: 571 211 3383
Fax. : 571 211 3383

PUBLICACIONES DE INPOFOS

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

* **Manual de Fertilidad de Suelos.** Publicación didáctica sobre uso y manejo de suelos y fertilizantes. $ 20.00

* **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

* **Manual de Nutrición y Fertilización del Banano: Una Visión práctica de la fertilización.** Documento que resalta modernos conceptos de nutrición y fertilización de banano y que permite lograr recomendaciones prácticas sobre dosis de nutrimentos necesarios para lograr altos rendimientos sostenidos de banano. $ 10.00

* **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. $ 4.00

* **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. $ 4.00

* **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. $ 15.00

* **Nutrición y Fertilización del Maracuyá.** Esta publicación contribuye al mejoramiento de la producción de está pasiflora al entregar a los productores, investigadores y estudiantes una discusión actualizada de la nutrición y fertilización del Maracuyá. $ 4.00

* **Conozca y Resuelva los Problemas Nutricionales de los Cultivos.** Plegable que describe los síntomas de deficiencia de nutrientes y otros síntomas relacionados con la nutrición de cultivos, como guía para la obtención de rendimientos altos. Disponibles: Maíz y Espárrago. $ 0.50

* **Conceptos Agronómicos.** Panfletos que describen conceptos agronómicos básicos que ayudan en el manejo eficiente de suelos y nutrientes. Disponible: El Cloro, verdades y mitos. $ 0.50