

# INFORMACIONES AGRONOMICAS



INSTITUTO DE LA POTASA Y EL FOSFORO  
POTASH AND PHOSPHATE INSTITUTE

Nº 18

● ENERO 1995

## CONTENIDO

	Página
Los agricultores y las recomendaciones de fertilización	1
Dinámica suelo - cultivo del fósforo y manejo de los fertilizantes fosfatados (Parte III)	3
La caña de azúcar y el fósforo	6
Efecto del fósforo y el magnesio en la reducción de la tetania en pastos	7
Nueva oficina de INPOFOS en México	8
Reporte de investigación reciente	10
Cursos y Simposios	11
Publicaciones de INPOFOS	12

Editor: Dr. José Espinosa

## LOS AGRICULTORES Y LAS RECOMENDACIONES DE FERTILIZACION\*

Actualmente existen un amplio rango de opiniones acerca del uso de fertilizantes inorgánicos (manufacturados). Estas opiniones van desde aquellas personas que piensan que no se debe utilizar fertilizantes hasta aquellas personas que recomiendan o usan cantidades excesivas o desbalanceadas.

La falacia de la filosofía del "no a los fertilizantes químicos" simplemente no es práctica en relación a las necesidades y a la demanda de alimentos, fibras y combustibles de una población en crecimiento. No se puede siquiera sugerir que la mitad de la población muera de hambre.

Por supuesto, existen situaciones aisladas donde la fertilidad natural del suelo es alta y se encuentran disponibles suficientes materiales orgánicos, con el correcto balance de nutrientes, para reemplazar los nutrientes removidos del campo en el grano, las frutas, la paja y otros residuos. En realidad, estos casos son raros, especialmente en los países en desarrollo, donde los residuos que podrían retornar al campo son utilizados para la alimentación animal, como combustible o como materiales de construcción. Esto remueve totalmente esta fuente de nutrientes del campo.

Otra fuente de opinión sostiene que el suelo puede entregar naturalmente cierta cantidad de nutrientes a las plantas, por ejemplo nitrógeno (N).

\* Artículos escrito por el Dr. S. Portch, Instituto de la Potasa y el Fósforo. Oficina de China.

Esto es cierto en suelos de muy alta fertilidad, pero aun en estos casos, lo único que se está haciendo es postergando el uso de fertilizantes (inorgánicos u orgánicos) necesarios para reemplazar las pérdidas de nutrientes exportados del campo con el rendimiento. Esta estrategia de manejo se denomina "Padre rico Hijo pobre" aunque en algunos casos podría ser "Nieta pobre". Cabe aquí entonces mencionar la primera ley de la termodinámica que indica que "No es posible extraer del sistema más de lo que se ha añadido, si se mantiene el mismo de nivel de extracción".

Con respecto al uso excesivo o desbalanceado de fertilizantes, solamente hay que volver la mirada a la "Ley del Mínimo", definida por Justin von Liebig en 1860, y que se aplica hoy al igual que entonces. Sin embargo, esta simple ley es quizá demasiado simple ya que a menudo es olvidada tanto por agrónomos como por agricultores.

Esta ley indica simplemente que el rendimiento de un cultivo puede, tarde o temprano, ser limitado por la carencia de algún nutriente, hasta que éste sea suplido en cantidades adecuadas. Satisfecha esta necesidad, otro nutriente puede pasar a ser limitante. Este concepto se puede expandir para incluir otros factores del rendimiento como agua, luz, población de plantas y prácticas de manejo del cultivo.

Al cumplir con la ley del mínimo, se puede observar fácilmente que es inútil añadir más de un nutriente (o agua, etc.) si la ausencia de otro nutriente es la que está limitando el rendimiento. Sin embargo, es frecuente observar el uso excesivo o desbalanceado de ciertos fertilizantes, especialmente N (tanto de fuentes inorgánicas como de orgánicas), cuando otro nutriente, como fósforo (P), potasio (K) o azufre (S), es el factor limitante.

Para comprender la magnitud del uso desbalanceado de fertilizantes, solo basta mirar la relación  $N-P_2O_5-K_2O$  de muchos de los países en desarrollo. Se aplica demasiado N en relación al P y al K. Por ejemplo China, el principal usuario de fertilizantes manufacturados en el mundo, utilizó en 1991 una relación  $N-P_2O_5-K_2O$  de 1.0-0.29-0.1, en lugar de una relación más balanceada de 1.0-0.4-0.4 que se utiliza en la mayoría de países de agricultura más desarrollada. Casos similares se pueden observar alrededor del mundo.

Aun cuando el uso de indicadores como las relaciones  $N-P_2O_5-K_2O$  a nivel de país son muy generales, permiten determinar, sin embargo, si la ley del mínimo ha sido observada o no. En este punto se

pregunta entonces "quien es el responsable?", si la relación no es adecuada. Unos acusan a los agricultores mientras que otros a las agencias gubernamentales o a los productores de fertilizantes.

Para decidir las dosis óptimas de fertilizantes, los agricultores pueden consultar tres fuentes de recomendación que son: 1) agencias gubernamentales, 2) laboratorios privados o consultores y 3) productores de fertilizantes. En la mayoría de países prevalecen las dos últimas fuentes debido a la carencia de buen servicio por parte de las agencias gubernamentales. Esta falta de servicio obedece a restricciones de fondos de operación y a la falta de incentivos para los empleados gubernamentales.

Tanto los laboratorios privados, los consultores y los productores de fertilizantes tienen la responsabilidad intrínseca de entregar buen servicio y recomendaciones de fertilización confiables, debido a que su éxito y el mantenimiento de sus respectivos negocios depende del éxito de sus clientes, los agricultores. Si un agricultor no tiene éxito y por efecto de una mala recomendación pierde dinero, no volverá a solicitar los servicios o comprará el producto otra vez.

De seguro existen gentes con poco sentido de responsabilidad que venden productos milagrosos, falsifican fertilizantes o sobredimensionan las bondades de ciertos fertilizantes, pero estos individuos solo permanecen en el negocio por poco tiempo, hasta que el agricultor se da cuenta que no está recibiendo material de la calidad y condición requeridas. Precisamente es aquí donde los gobiernos juegan un rol muy importante, en la regulación y control de la calidad de los fertilizantes y en el proveer de esta información a los agricultores (regulaciones y normas de calidad impuestas a los productores). Es difícil esperar que el gobierno controle a cada vendedor de fertilizantes, sin embargo, el método más práctico de controlar a los comerciantes inescrupulosos está en el control ejercido por los mismos agricultores. Por esta razón, los agricultores deben tener acceso a toda la información referente a las normas de calidad de los fertilizantes. De hecho, el desarrollo de este tipo de educación entre los agricultores sería más efectivo para el gobierno que el tratar de controlar a cada uno de los vendedores de fertilizante. En este caso se debe tomar en cuenta a los productores serios de fertilizantes, quienes siempre están dispuestos a unir fuerzas con las agencias de gobierno para ayudar en la educación de los agricultores en lo que se refiere al uso correcto y eficiente de sus productos.

Una política inteligente de gobierno insentivaría el trabajo junto con los productores de fertilizantes en áreas que son rentables para los últimos. Esto ayudaría al gobierno de muchas formas. Por ejemplo, el material educativo producido puede ser adaptado y utilizado en otros lugares, el personal de las agencias de gobierno puede recibir entrenamiento para mejorar su nivel técnico, y al mismo tiempo puede aprender estrategias de manejo y familiarizarse con sistemas de trabajo necesarios para proveer servicios al agricultor. Finalmente, esto logra mejorar el intercambio de información entre el personal de las agencias de gobierno y el de los productores de fertilizantes, con un beneficio mutuo de las dos partes, produciendo un efecto sinérgico en actividades conjuntas.

En conclusión, el uso de fertilizantes (inorgánicos y orgánicos) continuará utilizándose la agricultura de producción en el mundo. Es responsabilidad de todos los científicos y técnicos agrícolas el asegurar este uso tenga una base racional. El excesivo uso de

fertilizantes (inorgánicos y orgánicos) puede afectar el ambiente, la economía de los agricultores y en última instancia la rentabilidad de los productores de fertilizantes. Por estas razones, es de mutuo beneficio el asegurarse que los agricultores reciban las mejores recomendaciones de fertilización y los mejores fertilizantes en relación con su condición económica y de manejo y de acuerdo a los requerimientos del cultivo y del suelo.

La educación de los agricultores es la clave del correcto uso de insumos y de agricultura exitosa. El trabajo conjunto de los gobiernos y la empresa privada permitirá lograr esta meta. Aun cuando los productores de fertilizantes concentran sus esfuerzos en áreas de alto potencial de mercado, existen muchos beneficios colaterales, derivados de la cooperación entre las agencias de gobierno y los productores de fertilizantes, que pueden beneficiar a los agricultores de áreas deprimidas.

## **DINAMICA SUELO-CULTIVO DEL FOSFORO Y MANEJO DE LOS FERTILIZANTES FOSFATADOS (Parte III)\***

### **USO DEL FOSFORO EN LA NUTRICION BALANCEADA DE CULTIVOS**

El grupo específico de prácticas que permiten el óptimo manejo del P depende de varios factores entre los que se encuentran las propiedades del suelo, el tipo de cultivo, las condiciones ambientales, otras prácticas culturales como el sistema de labranza o la época de siembra, la condición financiera del agricultor y la tenencia de la tierra. A menudo estos factores interactúan entre sí haciendo muy difícil el poder entregar recomendaciones particulares que podrían ser erróneas. Por esta razón, se evitan en este artículo las situaciones específicas y se concentra más bien en la discusión de conceptos fundamentales que ayudan a tomar una decisión en cualquier situación en particular.

### **ACIDEZ DEL SUELO**

El manejo óptimo de los fertilizantes fosfatados se inicia reconociendo la importancia de todos los factores incluidos en el sistema de cultivo en el cual se trabaja, para dentro de este contexto maximizar los beneficios de la fertilización fosfatada. Debido a que los factores incluidos en cualquier sistema de cultivo interactúan

entre sí, no es posible utilizar el P efectivamente a menos que entre las prácticas de manejo se incluyan la oportunidad de las operaciones de campo, el apropiado manejo de plagas y enfermedades, una óptima población de plantas, el uso de buena semilla, etc.

El adecuado encalado del suelo es una de aquellas prácticas de manejo que influencia la disponibilidad de P. La mineralogía del suelo a menudo determina el grado de influencia. Aquellos suelos dominados por arcillas tipo 2:1 (montmorillonita, illita, etc.) no tienen una superficie reactiva y retienen o fijan modestas cantidades de P. la mayor causa de pérdida de disponibilidad de P (fijación) en estos suelos se debe a las reacciones del P con el aluminio (Al) y el hierro (Fe). La reducción de pH (incremento de acidez) permite el rompimiento de la estructura de los minerales arcillosos y en consecuencia libera Al y Fe. El P aplicado al suelo reacciona con estos elementos y se precipita como fosfatos insolubles de Fe y Al haciendo que el P sea menos disponible. En este caso, las formas más solubles o disponibles de P existen en un rango de pH que va de 6.0 a 7.0 y un adecuado programa de encalado es esencial para mejorar la disponibilidad de P.

\*

Artículo escrito por el Dr. Paul Fixen. Northcentral. Director. Potash and Phosphate Institute (PPI).

Los mecanismos de fijación de P en los suelos altamente meteorizados de los trópicos (Ultisoles y Oxisoles dominados por óxidos e hidróxidos de Al y Fe y caolinita) y los suelos derivados de ceniza volcánica (Andisoles) son diferentes. La capacidad de fijación en la mayoría de estos suelos está relacionada con la alta reactividad y afinidad por P de las superficies de las arcillas presentes en estos suelos. Este proceso retiene apreciables cantidades de P en un rango de pH de 5.0 a 7.0.

En suelos tropicales viejos, que han pasado por un extenso proceso de meteorización, los minerales arcillosos son estables hasta pH's bajos. Solamente cuando el pH del suelo llega a valores menores a 5.3 el Al y el Fe son liberados a la solución del suelo. Estos elementos reaccionan con el P formando compuestos insolubles como en el caso de suelos dominados por esmectitas discutido anteriormente, pero a pH mucho menor.

El efecto del encalado en suelos tropicales viejos (Ultisoles y Oxisoles) y en suelos derivados de cenizas volcánicas (Andisoles) generalmente lleva a confusión con respecto a la disponibilidad de P. La aplicación de cal en suelos tropicales corrige la toxicidad de Al y la deficiencia de Ca. La corrección de estos factores permite un incremento en la absorción de P, aun cuando el encalado por si mismo tiene muy poco efecto en la disponibilidad y fijación de P, principalmente a pH's mayores a 5.3 donde la retención de P ocurre principalmente por reacciones en la superficie de las arcillas que tienen gran afinidad por este elemento. En la mayoría de los casos, una vez que se han controlado otras limitaciones del crecimiento, el efecto de la aplicación de cal en la reducción de la fijación de P es pequeño. Esta es la razón por la cual en suelos tropicales son necesarias aplicaciones apreciables de P para obtener buenos rendimientos.

## LOCALIZACION DEL P EN EL SUELO

En la mayoría de las condiciones ambientales, parece ser más crítica la localización del P en el suelo en los cereales de grano pequeño que en los cultivos de escarda o en los cultivos perennes. Parte de esta diferencia probablemente se debe a las temperaturas más frías que tienen los cereales de grano pequeño en sus etapas iniciales de crecimiento. Por otro lado, el corto ciclo de crecimiento de los cereales de grano pequeño no permite que la planta se recupere aun de deficiencias no muy severas. La soya sin embargo, se beneficia poco de las aplicaciones de P en banda y en ocasiones responde mejor a las aplicaciones al voleo.

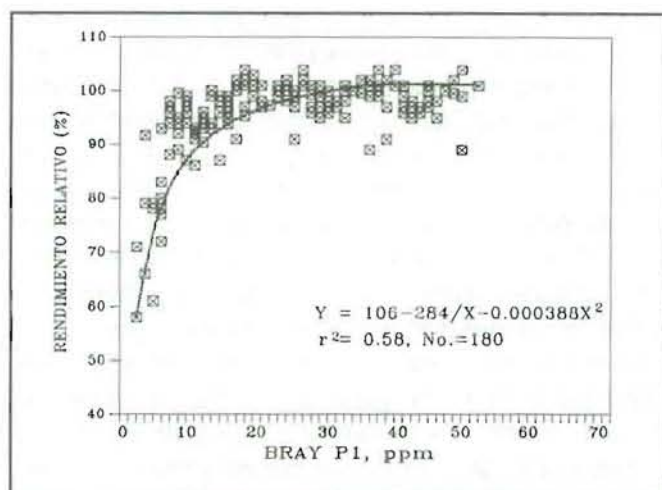


Figura 1. Relación entre el contenido de P extraído con Bray y el rendimiento de maíz en Iowa (1976-1990).

La experiencia de muchos años de varios científicos y agrónomos les ha permitido concluir que el maíz cultivado en suelos de contenidos bajos en P no logra producir todo su potencial de rendimiento, si se coloca el fertilizante fosfatado en banda, y que más bien la mayor parte del sistema radicular debe estar expuesto a niveles relativamente altos de P. Sin embargo, si las condiciones ambientales al inicio del ciclo causan un crecimiento lento, el maíz responde mejor a la aplicación en banda, aún en situaciones donde la fertilidad del suelo es alta.

Las ventajas de las aplicaciones en banda sobre las aplicaciones al voleo tienden a decrecer a medida que se incrementan el contenido de P en el suelo y las dosis de aplicación de este nutriente. La dosis óptima en suelos bajos en P, aún cuando se localice en banda, es considerablemente mayor que la dosis necesaria para solamente mantener la fertilidad del suelo. Por esta razón, cuando se evalúan diferentes formas de localización de P en el suelo a través de varios años, las diferencias se reducen con el paso del tiempo debido a que los niveles de P en el suelo se incrementan. La aplicación de P en banda puede reducir significativamente las pérdidas de rendimiento cuando se está mejorando paulatinamente las condiciones de fertilidad de suelos pobres.

En climas secos, la aplicación profunda de P en el suelo, donde la humedad es menos limitante, puede mejorar el comportamiento del P si se compara con aplicaciones al voleo. En áreas más húmedas, la localización profunda es probablemente menos beneficiosa, particularmente si los niveles de P en el

suelo son medios o altos. La localización de amonio conjuntamente con el P promueve una mayor absorción de P y una mejor respuesta de la localización en banda profunda.

En suelos con alta capacidad de fijación, la localización del P en banda proporciona los mejores resultados. La alta concentración de P en la banda retrasa las reacciones de fijación. Esto ha sido completamente demostrado con el cultivo de papas en suelos derivados de cenizas volcánicas (Andisoles) que tienen un capacidad muy alta de fijar P.

## EL ANALISIS DE P EN EL SUELO

La mayoría de los análisis de laboratorio para determinar P en el suelo predicen bien la probabilidad de obtener un incremento en rendimiento con la aplicación de P, así como la respuesta promedio a largo plazo. Por otro lado, estos análisis no predicen bien la cantidad de P que debe aplicarse para obtener un determinado rendimiento en un determinado año. Un juego de datos de calibración de análisis de suelos para maíz, en la región de Clarion-Nicollet Webster del estado de Iowa, se presentan en la Figura 1 y puede servir como un ejemplo para ilustrar lo dicho anteriormente. Se observa en la Figura 1 que a un contenido de P de 10 a 20 ppm la respuesta de los sitios-año individuales varía desde casi el 40% en un año a solamente 5% en otro. Sin embargo, en promedio existe una relación razonablemente buena entre el nivel de P en el suelo y el rendimiento relativo promedio (curva de regresión).

Con el uso del análisis de suelo (que predice la respuesta promedio a largo plazo a las aplicaciones de P y determina en que dirección se están moviendo los niveles de P en el suelo a través del tiempo) se logra minimizar la incertidumbre de los eventos que influyen el rendimiento de un año en forma individual.

Un enfoque a largo plazo reconoce también el efecto residual de la fertilización fosfatada. Este enfoque se inicia identificando un nivel óptimo de P en el suelo, para cada sitio en la finca y para cada cultivo individual, que a través del tiempo maximice la rentabilidad del sistema. Si el contenido de P en el suelo se encuentra por debajo de lo óptimo, las dosis de P a aplicarse como fertilizante deben ser mayores a las cantidades de P removidas del campo. Cuando se llega al nivel óptimo de P en el suelo, las cantidades de P se pueden reducir a dosis de mantenimiento que básicamente son iguales a la remoción de P en la cosecha. Si el análisis de suelo a llegado a niveles más

altos que el óptimo, el agricultor tiene la opción de aplicar menores cantidades de P que aquellas removidas en la cosecha.

## MANEJO DE AREAS DE DIFERENTE FERTILIDAD EN EL CAMPO

Es común el observar considerable variabilidad en las propiedades del suelo dentro de lotes individuales que se manejan como una unidad dentro de la finca. El manejar estas áreas heterogéneas de manera uniforme eventualmente limita el obtener mayor eficiencia del P aplicado como fertilizante y en consecuencia limita la rentabilidad. El muestreo más intensivo de los suelos de estos lotes heterogéneos (por medio de cuadrículas de 50 a 70 m de lado, una muestra en cada vértice) permite identificar las áreas con contenidos bajos o altos de P, dentro de la unidad de manejo, y esto permite determinar el potencial de rendimiento de cada una de estas subáreas. Si se fertilizan cada una de estas subáreas con dosis de P que estén de acuerdo con el contenido de este nutriente, se puede incrementar significativamente la rentabilidad del lote (Buchholz y Wollenhaupt, 1990).

## BIBLIOGRAFIA

- Alesi, J. and J.F. Power. 1980. Effects of banded and residual fertilizer phosphorus on dryland spring wheat yield in the northern plains. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 44:792-796.
- Buchholz, D.D. and N.C. Wollenhaupt. 1990. Varying fertilizer applications within a field. *Better Crops with Plant Food* 74(2):12-13.
- Fixen, P.E. and J.H. Grove. 1990. Testing soils for phosphorus. In *Soil Testing and Plant Analysis*, 3rd ed. SSSA Book Series, N° 3. Soil Science Society America, Madison, WI.
- Halvorson, A.D. and A.L. Black. 1985. Long term dryland crop responses to residual phosphorus fertilizer. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 49:928-933.

## LA CAÑA DE AZUCAR Y EL FOSFORO\*

La deficiencia de fósforo (P) en caña se caracteriza por los siguientes síntomas: las hojas viejas se tornan amarillas prematuramente y mueren (este síntoma se inicia en la punta y a lo largo del borde de la hoja) y los entrenudos son cortos y delgados. Otro síntoma clásico de la deficiencia de P es la falta de vigor en la soca, con pocos o ningún retoño.

El P es un nutriente móvil, por esta razón se mueve o transloca de hojas viejas al tejido de los meristemos y a otros tejidos jóvenes. Aunque los efectos de la deficiencia se generalizan en toda la planta, las hojas toman un color verde oscuro a azul verdoso y son más delgadas y cortas que lo normal.

El tejido meristemático normalmente tiene altas concentraciones de P, ya que este nutriente es un componente de los ácidos nucleicos y fosfolípidos. El P es importante en la formación de adenina difosfato (ADP) y adenosina trifosfato (ATP), compuestos utilizados en la fotosíntesis y en la producción de carbohidratos (azúcares).

En condiciones de suelos fríos y bajas temperaturas ambientales ( $<10^{\circ}\text{C}$ ), el crecimiento de la caña de azúcar es lento. En estas condiciones puede desarrollarse un color rojo o morado a lo largo de la punta de la lámina de la hoja, particularmente a lo largo de los bordes y puntas expuestas a la luz del sol, pero la parte inferior de la lámina de las hojas permanece verde. Durante este tiempo, el color general de la hoja es verde oscuro a verde azulado. La aplicación de P en banda estimula el crecimiento de la caña durante la época fría.

Alrededor del mundo, las concentraciones críticas de P en la hoja de caña varían desde 0.10 a 0.21%. Es difícil determinar la existencia de una deficiencia de P utilizando solamente los niveles críticos de P en las hojas. Durante el período de crecimiento rápido y abundante, la concentración de P en los tejidos tiende a ser baja (0.15 a 0.20%), mientras que en condiciones de estrés por falta de agua o poco crecimiento las concentraciones de P en la hoja tienden a ser excesivamente altas ( $>0.30\%$ ). Por esta razón, es

necesario ser riguroso en la época de muestreo foliar a través del tiempo.

La excesiva fertilización con P puede extender el período de crecimiento, a etapas donde la caña debe entrar en madurez, aumentando la cantidad de caña por unidad de superficie y reduciendo el rendimiento de azúcar. Sin embargo, la apropiada fertilización con P promueve el macollamiento, el rápido crecimiento y rendimientos altos.

Existen una variedad de fertilizantes fosfatados, pero las fuentes comúnmente usadas en caña en el mundo son el superfosfato triple (46%  $\text{P}_2\text{O}_5$ ), superfosfato simple (18-20%  $\text{P}_2\text{O}_5$ ), y la roca fosfórica (23-39%  $\text{P}_2\text{O}_5$ ). La roca fosfórica se usa exitosamente en muchas regiones en el mundo, pero tienen la desventaja de ser insolubles cuando el pH del suelo es mayor que 5.5.

Los suelos ácidos ( $\text{pH} < 5.0$ ) y altamente meteorizados de los trópicos (Ultisoles y Oxisoles), normalmente tienen bajo contenido de P disponible para la planta y requieren niveles altos de fertilización con P. Suelos con altos niveles de Al intercambiable y alto contenido de arcillas que tienen alta reactividad con P pueden requerir de altas dosis de P adicional para compensar por la fijación, aunque los niveles de P total en el suelo sean altos. Los suelos con alto contenido de carbonatos y pH alto (7.8-8.5) pueden también requerir fertilización adicional con P para compensar por la alta retención de este nutriente en suelos de estas condiciones.

Los requerimientos por P son difíciles de determinar cuando existe daño en el sistema radicular, factor que puede conducir a la presencia de síntomas de deficiencia. Los daños a la raíz pueden ser causados por insectos y enfermedades del suelo, nemátodos, inundación, estrés por sequía, alta salinidad o pH bajo asociado con toxicidades de Al o Mn.

\*Artículo escrito por el Dr. David Anderson. Especialista en nutrición de caña de azúcar. Universidad de Florida. Everglades Research and Education Center, Belle Glade, Florida 33430-8003. USA.

## EFFECTO DEL FOSFORO Y EL MAGNESIO EN LA REDUCCION DE LA TETANIA EN PASTOS\*

Se ha reconocido por mucho tiempo que tanto el fósforo (P) como el magnesio (Mg) son nutrientes importantes en la transformación de energía en la planta y en la salud, reproducción y performance de los animales. La mayoría de suelos donde se cultivan pastos se caracterizan por tener contenidos bajos en P y muchos de ellos tienen niveles bajos o moderados de Mg. Investigación científica reciente ha demostrado que el P es importante en la absorción de Mg y calcio (Ca). Cuando se incrementan los niveles de P en los pastos se mejora la absorción y la traslocación de Mg y Ca desde las raíces hacia las hojas. Esto permite que disminuya el potencial de la tetania de los pastos, desorden que afecta al ganado pastando en forrajes succulentos y está relacionado con un bajo contenido de Mg en la sangre de los animales.

### LA TETANIA DE LOS PASTOS

La tetania de los pastos es un desorden serio y a menudo fatal, especialmente en rumiantes en período de lactancia. La tetania generalmente está asociada con una relación foliar potasio (K)/Ca+Mg que excede 2.2%, concentraciones de Mg menores a 0.2%, o concentraciones de Ca menores de 0.4%. En algunos años puede presentarse como una verdadera epidemia matando animales que están pastando en lo que parece ser un pasto de alta calidad. Los animales afectados presentan síntomas de excitabilidad, movimientos descoordinados y tropiezos o caídas. Muchas veces el animal puede morir repentinamente sin mostrar ningún síntoma.

La tetania de los pastos ha sido estudiada por muchos años. Durante este tiempo se ha demostrado que la enfermedad está ligada a una carencia de Mg y a veces de Ca en los pastos. Estudios de laboratorio e invernadero han encontrado que cuando se aplica suficiente P se mejora tanto la absorción de Mg y Ca como el movimiento de estos nutrientes desde las raíces hasta las hojas de la planta. Si no existe suficiente P, aun cuando exista suficiente Mg en el suelo, los niveles de Mg foliar pueden ser inadecuados y se puede presentar la tetania de los pastos.

Datos de estudios conducidos en Texas, que evaluaron la influencia de la fertilización fosfatada en las concentraciones foliares de P, K, Ca y Mg en ryegrass, se presentan en la Tabla 1. Se observa que las aplicaciones de P incrementaron la concentración de Mg foliar en ryegrass a lo largo de 3 años. El P además incrementó la concentración foliar de Ca, pero tuvo un ligero efecto depresivo en el K.

**Tabla 1. Efecto del P en la concentración foliar de nutrientes en ryegrass.**

Dosis de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/ha)	Concentración foliar de nutrientes (%)			
	P	K	Ca	Mg
0	0.108	2.20	0.468	0.108
35	0.120	2.09	0.521	0.112
70	0.144	2.03	0.546	0.118
105	0.167	2.15	0.554	0.119
140	0.200	2.21	0.571	0.120
280	0.210	1.92	0.545	0.115
560	0.285	1.91	0.616	0.132

Estudios conducidos en Kansas con festuca alta demostraron que al adicionar P junto con N se aumenta significativamente las concentraciones de Mg y Ca en los tallos y se reduce la relación K/Ca+Mg (Tabla 2).

Investigación en Missouri demostró también la relación entre P disponible y la concentración de nutrientes en los tejidos de plantas de trigo. Con el incremento en P, se incrementó también la traslocación total de Mg y Ca desde las raíces hacia los tallos. La adición de P redujo la relación K/Ca+Mg. Las implicaciones de esta investigación son importantes debido a que se demuestra que las aplicaciones de P reducen el potencial de la presencia de tetania en los pastos.

\* Artículo escrito por el Dr. D. Blevins, Departamento de Agronomía de la Universidad de Missouri y el Dr. J. Sanders, Instituto de la Potasa y el Fósforo.

**Tabla 2. Efecto del N, P y K en las concentraciones foliares de Ca, Mg y K en festuca alta.**

Tratam.	Concentración foliar (%)			Relación K/Ca+Mg
	K	Ca	Mg	
N	1.89	0.33	0.18	1.54
NP	1.74	0.39	0.22	1.17
NPK	1.83	0.36	0.22	1.30
LSD (0.05)	ns	0.04	0.01	0.14

Dosis de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O = 170-45-45 respectivamente.

En la Tabla 3 se presenta la relación entre Mg y P foliar con la aplicación de Mg. Cuando se aplica Mg, la presencia de P incrementó la concentración de Mg a su nivel más alto, mientras que descendió la relación K/Ca+Mg. Nótese además que la adición de Mg sin P no incrementó la concentración de Mg en la planta y tampoco redujo la relación K/Ca+Mg.

## RESUMEN

Las relaciones entre P y Mg afectan el potencial de la presencia de tetania de los pastos de varias formas:

- 1.- La fertilización fosfatada no es una cura mágica para la tetania de los pastos. Sin embargo, a medida que se incrementa la fertilización con P se promueve la absorción de cationes divalentes (Ca y Mg).

**Tabla 3. Efecto de la combinación de P y Mg en la reducción del potencial de tetania de los pastos en festuca alta.**

N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O-Mg kg/ha	Concentración foliar (%)				Relación K/Ca+Mg
	Mg	Ca	K	P	
55- 0-55- 0	0.22	0.40	2.6	0.20	1.52
55-55-55- 0	0.23	0.52	2.2	0.41	1.23
55- 0-55-17	0.18	0.44	2.4	0.19	1.61
55-55-55-17	0.26	0.53	2.2	0.40	1.20

- 2.- La fertilización fosfatada es importante para promover la absorción de Ca y Mg a las raíces, pero es más importante para promover el movimiento de estos nutrientes a las hojas.
- 3.- Muchos suelos utilizados para la producción de pastos no son solamente bajos en P sino también en Mg. La aplicación de Mg o P solos no pueden ser suficientes para prevenir la tetania de los pastos. En la mayoría de los casos se requiere de la aplicación de ambos nutrientes para corregir el problema.

## NUEVA OFICINA DE INPOFOS EN MEXICO

Como es conocido por nuestros lectores, el Instituto de la Potasa y el Fósforo es una organización científica sin fines de lucro que está financiada por las compañías que producen potasa y fosfatos en los Estados Unidos y Canadá. La oficina principal está localizada en Atlanta, Estados Unidos y la oficina de programas internacionales se encuentra ubicada en Saskatoon, Canadá.

Nuestro Instituto promueve el uso científico de potasio (K), fósforo (P) y otros nutrientes mediante la investigación y educación agronómicas. Reconociendo la necesidad actual de producir suficientes alimentos para una población en crecimiento, la necesidad de utilizar los insumos en forma eficiente e inteligente, y la

necesidad de proteger el ambiente, enfocamos nuestro trabajo en el desarrollo de información sobre prácticas específicas de manejo agronómico que permitan satisfacer estos requerimientos. Respaldando nuestra filosofía, creemos firmemente que el uso agronómico de K y P debe ser rentable para el agricultor y debe proteger el ambiente.

Por muchos años nuestro Instituto mantuvo una oficina en Brasil que también cubría los demás países de Latino América. A partir de 1990 se decidió abrir una nueva oficina para cubrir solamente los países de habla española. Esta oficina se ubicó en Quito, Ecuador con el nombre de INPOFOS.



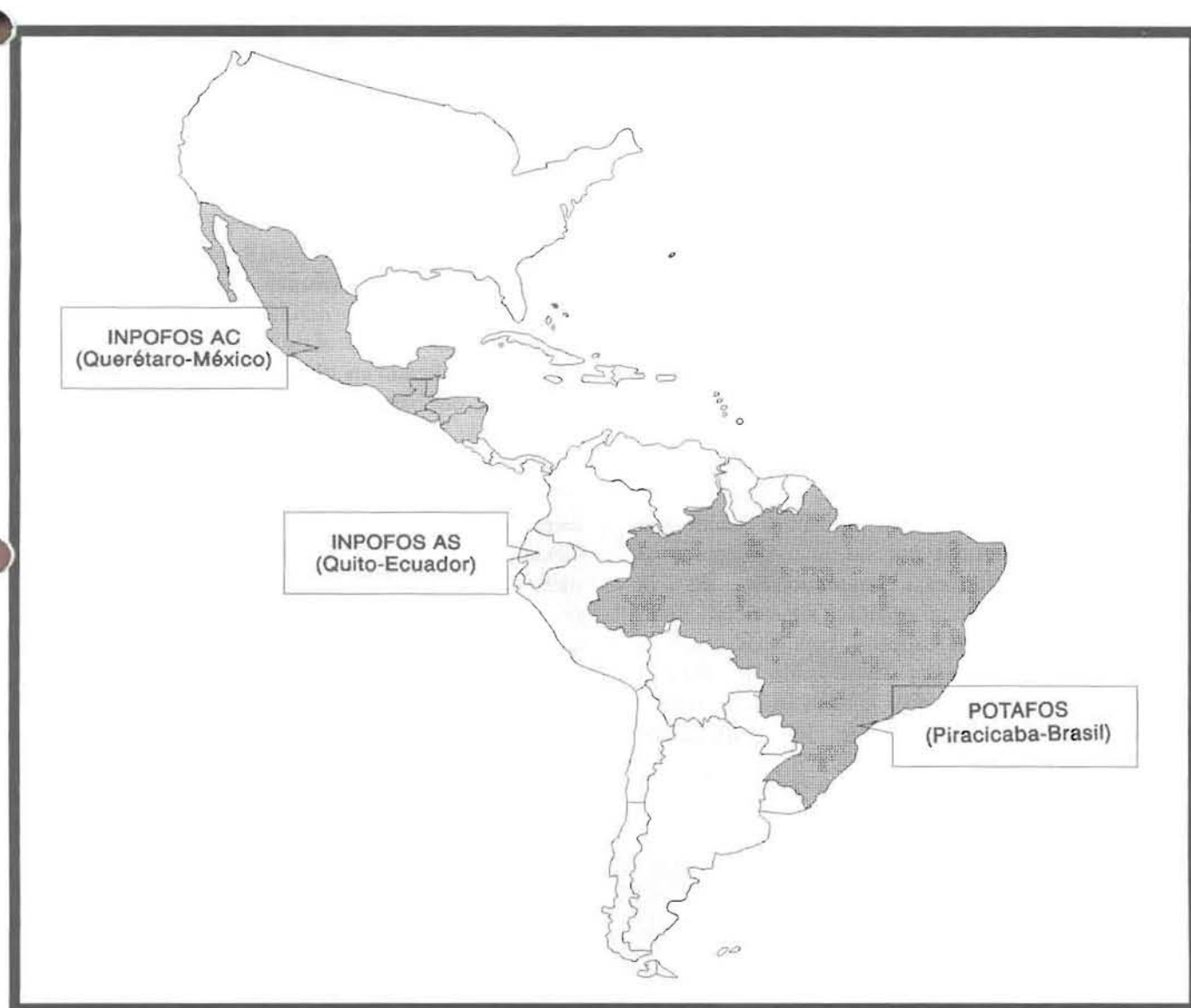
La acogida prestada a los programas de INPOFOS y lo extenso del territorio a cubrirse permitieron la apertura de otra oficina localizada en Querétaro, México. Esta nueva oficina del Instituto estará dirigida por el Dr. Ignacio Lazcano-Ferrat, distinguido profesional Mexicano, quien obtuvo su Maestría y Doctorado en la Universidad de California, Riverside.

De esta forma, el territorio de cobertura de INPOFOS se divide de la siguiente forma: INPOFOS AS (América del Sur) cubre Costa Rica, Panamá, Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, Paraguay, Uruguay, Chile, Argentina y El Caribe. INPOFOS AC (América Central) cubre México, Guatemala, Honduras, El Salvador, Belice y Nicaragua (ver figura adjunta).

Los subscriptores de "Informaciones Agronómicas" de los países ubicados en el área de INPOFOS AC continuarán recibiendo esta publicación en forma gratuita desde la oficina de INPOFOS en Querétaro, cuya dirección es la siguiente:

**INPOFOS AC**

Calle Ignacio Pérez # 28 Sur  
Desp. 216, Colonia Centro  
C.P. 76000 Querétaro, Qro.  
México  
Tel: 42 151629  
Fax: 42 151638



## REPORTE DE INVESTIGACION RECIENTE

### INFLUENCIA DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA DEL CAFE SOBRE LA FERTILIDAD DEL SUELO

Pavan, M.A. y J.C. Chaves. 1994. *Influencia da densidade de plantio de cafeeiros sobre a fertilidade do solo*. In: *Simpósio Internacional sobre café adensado, Londrina, 1994. Resumos. Londrina, IAPAR. p.15.*

A mediados de la década de los 60, investigadores, técnicos y caficultores comienzan a trabajar con altas densidades de siembra de café en Brasil, pese a que otros países lo venían haciendo ya desde hace mucho tiempo. Los trabajos realizados han enfocado principalmente comparaciones de la productividad dentro de los más variados arreglos de densidades y solamente algunos trabajos realizados en Paraná se han preocupado de evaluar además de la productividad, aspectos relacionadas con la fertilidad del suelo. Los conocimientos acumulados en este campo han demostrado que ocurren alteraciones químicas como: aumento de pH, Ca, Mg, P, K, y C y disminución del Al intercambiable; alteraciones físicas como: aumento en el índice de estabilidad de los agregados (IEA), mayor retención del agua del suelo; y alteraciones biológicas como: incremento en la biomasa microbiana y micorrización de las plantas. Estos cambios se incrementan a medida que aumenta el número de plantas por unidad de área. Básicamente estas modificaciones ocurren en virtud de la mayor caída de las hojas y ramas en sistemas densos de siembra, por el menor escurrimiento de agua superficial debido a la protección proporcionada por las hojas y debido al reciclaje de nutrientes, consecuencia de la mineralización del material orgánico superficial. Todo esto asociado con otros aspectos benéficos como el mayor crecimiento y mejor distribución del sistema radicular en cultivos densos llevan a una mayor eficiencia en la utilización de los fertilizantes aplicados.

### RENDIMIENTO DE MAIZ Y ABSORCION DE FOSFORO CON LA APLICACION EN BANDA DE MEZCLAS UREA Y FOSFATO

Fan, M.X. and A.F MacKenzie. 1994. *Corn yield and phosphorus uptake with banded urea and phosphate mixtures*. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 58:249-255.

La baja eficiencia de los fertilizantes fosfatados es un problema en la producción de cultivos en suelos ácidos, pero esta eficiencia puede ser afectada por los métodos de aplicación de los fertilizantes. Se condujeron experimentos de campo en dos suelos del este del Canadá (fine-silty to fine, mixed, frigid Typic Humaquepts) con diferente pH (5.0 y 6.0 inicialmente) para evaluar el efecto de la aplicación en banda de diferentes dosis de urea con fertilizantes fosfatados en el rendimiento de maíz (*Zea mays* L.) y en la eficiencia de los fertilizantes. Se estudiaron 3 dosis de urea (0, 30, 60 kg N/ha) colocadas en banda con dos fuentes de fósforo (P) (superfosfato triple [SFT] y fosfato monoamónico [FMA] en una dosis de 38.7 kg P/ha) o urea sin P como control en 1990. En 1991 se utilizaron 3 dosis de SFT (0, 19.4 y 38.7 kg P/ha) en combinación con las mismas 3 dosis de urea para determinar el efecto de las relaciones urea-SFT colocadas en banda. Los efectos residuales del fertilizante aplicado en 1990 se estudiaron en 1991. La aplicación en banda de la urea con SFT o FMA incrementó el P extractable (Mehlich III). La concentración de P en la planta y el rendimiento de materia seca en el estado de seis hojas se incrementaron linealmente con el N y P aplicado en banda en el suelo Ste. Rosalie y cuadráticamente en el suelo Ormstown. La absorción total de P por el maíz se incrementó en ambos años por efecto de la aplicación en banda de la urea con SFT y FMA y la eficiencia del fertilizante fosfatado se incrementó en 40 a 80%. La urea aplicada en banda con el P incrementó el rendimiento de grano en ambos suelos. No se encontraron interacciones entre dosis de N y fuentes de P en 1990 y entre dosis de N y dosis de P en 1991. Se encontró un mayor efecto residual de los fertilizantes fosfatados expresados en rendimiento de grano y absorción de P cuando el P fue aplicado en banda con la urea, comparado con las aplicaciones sin urea.

## CURSOS Y SIMPOSIOS

### 1. I SEMINARIO LATINO AMERICANO DA CULTURA DA BATATA

**ORGANIZA** : Baumle Consultoria  
**LUGAR** : Parque Castelo Branco, Curitiba - PR  
**FECHA** : Marzo 7-11 de 1995  
**INFORMACION** : Baumle Consultoria, Planejamento SC Ltda. Casilla Postal 11-111 80240.970 Curitiba-PR  
 Telf.: 0055 41 244-8778  
 Fax : 0055 41 243-6486

### 2. 6th FERTILIZER LATIN AMERICA CONFERENCE AND EXHIBITION

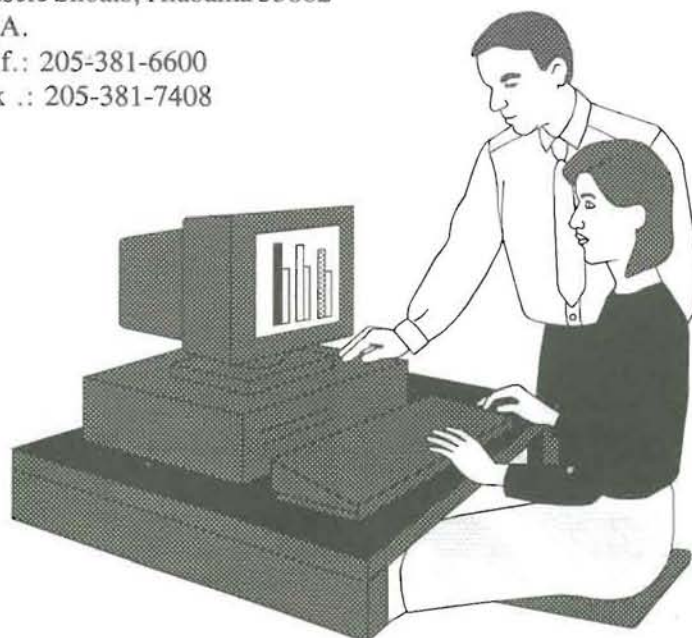
**ORGANIZA** : The British Sulphur  
**LUGAR** : Florida, USA.  
**FECHA** : Abril 9-11 de 1995  
**INFORMACION** : Alexander More Conference Manager, 31 Mount Pleasant, London, WC1X 0AD.  
 Telf.: (+4471)837 5600  
 Fax : (+4471)837 0292

### 3. TRAINING PROGRAM ON COMPUTER SIMULATION FOR CROP GROWTH AND NUTRIENT MANAGEMENT

**ORGANIZA** : International Fertilizer Development Center, IFDC.  
**LUGAR** : Muscle Shoals, Alabama, USA.  
**FECHA** : Mayo 8-19 de 1995  
**INFORMACION** : Coordinator, Human Resource Development Unit IFDC, P.O. Box 2040 Muscle Shoals, Alabama 35662 USA.  
 Telf.: 205-381-6600  
 Fax : 205-381-7408

### 4. XXV CONGRESSO BRASILEIRO DE CIENCIA DO SOLO

**ORGANIZA** : Sociedad Brasileira de la Ciencia del Suelo.  
**LUGAR** : Vicosa-MG  
**FECHA** : Julio 24-29 de 1995  
**INFORMACION** : Luis Eduardo F. Fontes Universidad Federal de Vicosa Departamento de Suelos 36570-000 Vicosa-MG  
 Telf.: (031) 899-2621



## PUBLICACIONES DE INPOFOS

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

	Costo US \$
* <b>Manual de Fertilidad de Suelos.</b> Publicación didáctica sobre uso y manejo de suelos y fertilizantes.	\$ 10.00
* <b>POTASA: Su Necesidad y Uso en Agricultura Moderna.</b> Esta publicación cubre aspectos como funciones de potasio en las plantas, necesidad, síntomas de deficiencia y el eficiente uso de fertilizantes potásicos.	\$ 2.00
* <b>Fertilización del Banano para Rendimientos Altos.</b> En esta publicación se discuten en amplitud los requerimientos nutricionales, ciclaje de nutrientes, análisis foliar y de suelos y fertilización del cultivo del banano.	\$ 4.00
* <b>Fertilización del Algodón para Rendimientos Altos.</b> Publicación que cubre en forma detallada los requerimientos nutricionales, análisis foliar y de suelos y fertilización del cultivo del algodón.	\$ 4.00
* <b>CAFETO: Cultivo y Fertilización.</b> Esta publicación discute ampliamente el origen, distribución y prácticas culturales, cobertura del suelo, enfermedades y plagas y fertilización científica del Cafeto.	\$ 8.00
* <b>Diagnóstico Nutricional de los Cultivos.</b> 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
* <b>Nutrición de la Caña de Azúcar.</b> 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
* <b>Nutrición y Fertilización del Maracuyá.</b> Esta publicación contribuye al mejoramiento de la producción de esta pasiflora al entregar a los productores, investigadores y estudiantes una discusión actualizada de la nutrición y fertilización del Maracuyá	\$ 4.00
* <b>Conozca y Resuelva los Problemas del Maíz.</b> 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

*Reservado*



**INPOFOS-INSTITUTO DE LA POTASA Y EL FOSFORO**  
Casilla Postal 17-17-980  
QUITO ECUADOR

\* 9 ENE 1995

Ing. AGRICULTOR  
Ciudad Guayaquil  
Ecuador

IMPRESOS

CORREO AEREO



BY AIR MAIL