

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.

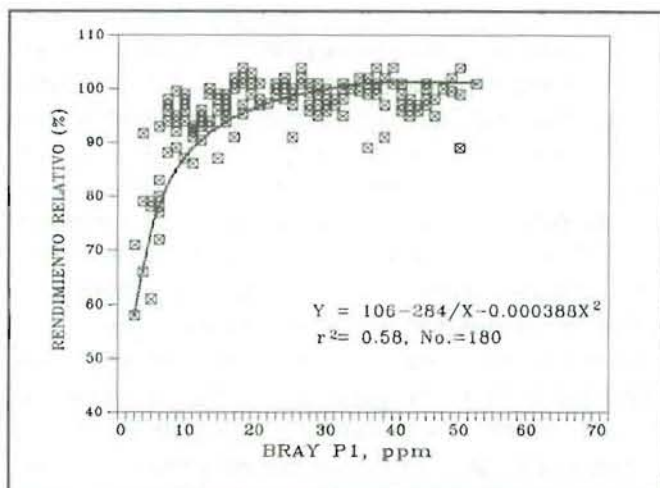


Figura 1. Relación entre el contenido de P extraído con Bray y el rendimiento de maíz en Iowa (1976-1990).

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.