



Manejo del Fósforo en Suelos Ácidos

El problema de fósforo en los suelos

En las zonas tropicales de América los suelos Oxisoles y Ultisoles son dos órdenes característicos por su bajo contenido de fósforo, el cual va de 1 a 5 ppm (Bray P2), por lo que claramente constituye una de las principales limitantes para el crecimiento y productividad de cultivos anuales, pastos y demás tipo de plantaciones. Por su parte México no es la excepción, ya que los estados de Tabasco y Veracruz tienen suelos con esta problemática. Es común que estos suelos tengan altas cantidades de óxidos de Fe y Al libre. Los óxidos de Fe y Al tienen mucha afinidad para reaccionar con el fósforo, fenómeno que conduce a la fijación o retención de fósforo. Mientras más alto es el contenido de Fe y Al en el suelo, mayor es la fijación de fósforo. La fijación o retención de fósforo tiene lugar inmediatamente, especialmente cuando se usan fuentes hidrosolubles (superfosfatos).

El manejo que se ha implementado en este tipo de suelos con la finalidad de reducir las deficiencias de fósforo es su aplicación mediante el uso de superfosfatos y fuentes de fósforo de baja reactividad, como es el caso de rocas fosfóricas utilizadas en forma natural, parcialmente acidulas o bien mezcladas con superfosfatos o con azufre elemental para acelerar su reactividad. Recientemente el uso de micorrizas se ha conformado como otra herramienta para proporcionar fósforo a los cultivos.

Las fuentes de fósforo utilizadas en suelos ácidos

Aunque el bajo contenido y fijación de fósforo es una limitante en este tipo de suelos, lo cual afecta los rendimientos, la aplicación de fertilizantes fosfóricos influye significativamente en el crecimiento y productividad. A continuación se presentan algunas características de estas fuentes.

Superfosfatos. Son fuentes de fósforo muy reactivas en el suelo, debido a su alta solubilidad en agua. Se han usado con mucho éxito para promover crecimiento y producción de diversos cultivos, sin embargo, tienen la desventaja de tener un alto costo y de reducir su eficiencia en un tiempo relativamente corto, por lo tanto es necesario hacer aplicaciones anuales para sostener la productividad a través del tiempo.

Roca fosfórica. Es una fuente de fósforo de baja reactividad, debido a que son materiales insolubles en agua. En el Cuadro 1, se puede observar que la roca fosfórica no tiene ninguna fracción de fósforo soluble en agua, mientras que el superfosfato de calcio triple el 98% del fósforo total soluble en agua, por lo tanto es rápidamente aprovechable; la fracción soluble en citrato de la roca fosfórica es de 8.48%, la cual es aprovechable por los cultivos y representa un 28% del fósforo total, mientras que en el superfosfato triple el 100% del total es soluble en citrato.

Cuadro 1. Fracciones de fósforo de la roca fosfórica.

Fuente de Fósforo	P ₂ O ₅ total (%)	P ₂ O ₅ sol. Agua (%)	P ₂ O ₅ sol. Citrato (%)	P ₂ O ₅ total soluble-citrato (%)
Superfosfato de calcio triple	46.0	98.0	100.00	100.0
Roca fosfórica	30.2	-	8.48	28.0

Sin embargo, estos materiales de baja reactividad cuando se aplican a suelos ácidos liberan lentamente el fósforo, el cual es aprovechado por los cultivos. La roca fosfórica (flúor apatita) al reaccionar con la acidez natural del suelo forma fosfato monocálcico, el cual es soluble en agua y es aprovechado por los cultivos. El uso de roca fosfórica en la producción de pastos y otros cultivos es una estrategia muy atractiva, tanto por su valor económico y agronómico. No solo es su costo por unidad de P, dos veces menor que los superfosfatos, sino que además debido a su baja reactividad, su efecto residual generalmente puede ser mayor al de los superfosfatos. También su lenta solubilidad las hace importantes y estratégicas para reducir la fijación de fósforo. La aplicación directa de roca fosfórica es la alternativa más importante por sus bajos costos, sin embargo, cuando es de muy baja reactividad, es necesario combinarla con superfosfatos para lograr una fuente de fósforo de rápido aprovechamiento y por otro lado debido a que los superfosfatos generan acidez que contribuye a solubilizar a la roca fosfórica; también la combinación de roca fosfórica con azufre elemental, ayuda a solubilizar al material. En ciertas situaciones la roca fosfórica ha sido modificada mediante acidulación parcial.

Uso de micorrizas como estrategia para el suministro de fósforo en suelos ácidos

Diversos estudios han identificado varios géneros y especies de micorrizas vesiculares-arbusculares capaces de formar asociaciones simbióticas con raíces de ciertas plantas, las cuales mediante su actividad hacen posible un aumento en la absorción de fósforo, ya que tienen capacidad para solubilizar algunos compuestos de fósforo no aprovechables por las plantas, principalmente en suelos con bajos niveles de P. La ventaja de estas asociaciones radica en la utilización de las hifas del hongo como extensión del sistema radical de las plantas, lo cual resulta en una mayor área superficial para la absorción de nutrientes y la de nutrientes que se mueven principalmente por difusión (fósforo y zinc) en un volumen de suelo más grande. Esta herramienta no tiene como objetivo sustituir a los fertilizantes, más bien es complementario para lograr un mejor suministro de fósforo a los cultivos. En el cuadro 2, se puede observar los efectos sinérgicos sobre el rendimiento de maíz (micorriza + fertilizante) en un estudio realizado en Tabasco.

Cuadro 2. Respuesta del maíz a la inoculación con Micorrizas en Arenosoles crómicos y Acrisoles húmicos del estado de Tabasco.

Tratamientos	Maíz grano (t/ha)	
	Ejido Cacao E. Zapata	Incremento Rendimiento (%)
Micorriza No fertilizado	3.04	3.7
Testigo No fertilizado	2.93	–
Micorriza Fertilizado	4.75	23.3
Testigo Fertilizado	3.85	–

Fuente: Jiménez et al., (2000).

Conclusiones

Las experiencias de cultivo en suelos ácidos de los estados de Tabasco y Veracruz hace evidente que el contenido de fósforo asimilable es bajo y constituye un factor limitante en la producción de los cultivos básicos, de raíces, piña, pastos, cítricos y de plantaciones, entre otros. Se cuenta con tecnología para suministrar fósforo con fuentes de fósforo de baja reactividad, como las rocas fosfóricas, las cuales son más económicas y tan eficientes como los superfosfatos. En México se tienen depósitos de roca fosfórica en San Juan de la Costa Baja California Sur, que bien se pueden utilizar en aplicaciones directas o bien mezcladas con superfosfato de calcio triple en una proporción de 75:25 kg de P₂O₅, roca fosfórica: superfosfato. Las micorrizas son una opción para proporcionar fósforo a los cultivos.

Fuente.

Pastrana, A. L.; Jiménez, C. J.A.; Zetina, L. R.; Romero, M. J. 2006. Manejo Sustentable de Suelos Ácidos de Tabasco y Veracruz. Campo Experimental Huimanguillo y Papaloapan. INIFAP, México. 115 p.