

# La Fijación de Fósforo en el Suelo

## Introducción

Después del nitrógeno, el fósforo es el segundo elemento esencial más importante en la nutrición de las plantas, esto de acuerdo a la frecuencia con que suele ocurrir deficiencias de este elemento en el suelo. Y es que, es un elemento trascendental en la funcionalidad de los vegetales, pues forma parte de un gran número de compuestos orgánicos esenciales, donde están los aminoácidos, proteínas, coenzimas, ácidos nucleicos y la clorofila, este último sumamente



**Figura 1.** Las raíces de los cultivos absorben fósforo de la solución del suelo a una distancia de menos de 2 a 4 mm del suelo.

Foto: IPNI.

importante para una adecuada fotosíntesis. Sin dejar de mencionar que es un elemento implicado en todos los procesos de transferencia de energía.

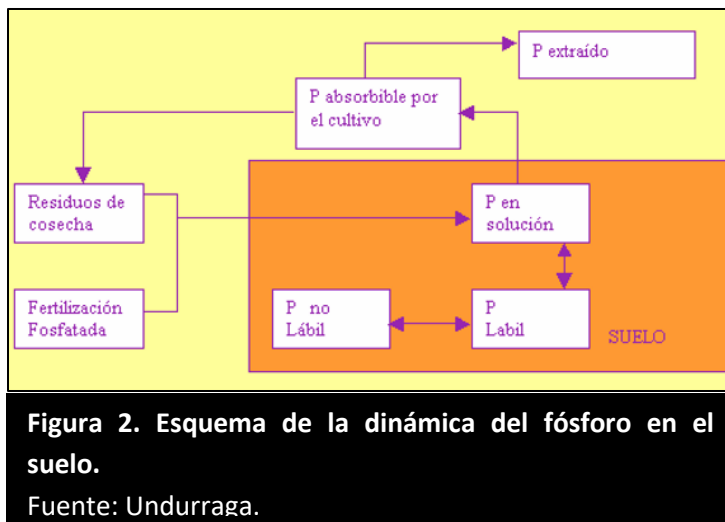
## El fósforo en el suelo

La roca madre o material madre define los contenidos de fósforo en el suelo, y por lo general se reportan concentraciones de fósforo de 200 a 5000 ppm (Lindsay, 1979). Pero la mala noticia, es que la mayor parte de este contenido se encuentra en formas no disponibles o asimilables para las plantas. De manera, que sólo es una pequeña porción la que verdaderamente está disponible para que sea tomada por las plantas, y en varios casos, insuficiente para abastecer la producción comercial de un cultivo, sobre todo de cultivos altamente demandantes del elemento. Esta porción de fósforo que está inmediatamente disponible es la que se encuentra en la solución del suelo y es de apenas unas décimas de ppm de fósforo; pero afortunadamente hay otras fracciones de fósforo que ayudan en la

nutrición de las plantas, las cuales se denominan lábiles y pueden estar en un momento disponibles para ser tomadas por las plantas.

Tisdale *et al.* (1993), también indica que hay un marcado efecto del clima en la disponibilidad de fósforo en el suelo, siendo las zonas más húmedas las que presentan mayores problemas de deficiencia de fósforo.

En cuanto a su movilidad en el suelo, el fósforo es prácticamente inmóvil y las plantas pueden tomarlo en dos formas químicas conocidas como ortofosfato primario ( $H_2PO_4^-$ ) y ortofosfato secundario ( $HPO_4^{2-}$ ); las proporciones de toma por las plantas de estas



formas de fósforo está fuertemente definido por el pH del suelo.

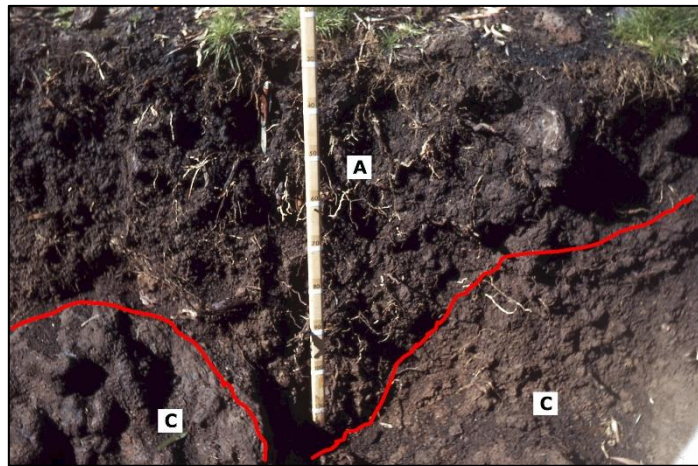
La poca movilidad del fósforo en el suelo implica que conforme se vaya aplicando fuertes cantidades del elemento mediante fertilizantes o insumos orgánicos, se irá acumulando en el suelo y el contenido disponible para las plantas por ende, también incrementará. Tal es así, que después de varios años aplicando fósforo, llegará un momento donde la carga del elemento en el suelo será suficiente para producir cultivos sin ningún problema durante varios años, hasta reducir el nivel del elemento en el suelo a valores inferiores al nivel crítico y ya sea necesario aportarlo mediante fertilizantes.

### La fijación de fósforo

Este fenómeno explicado de una manera simple, es el paso del fósforo asimilable a sus formas insolubles o no asimilables. Es decir, se trata de fósforo que pasa a una fracción no lábil, la cual no podrá ser tomada por las plantas o al menos no de

manera inmediata. Este fenómeno también se conoce como adsorción o retención y ocurre con frecuencia; y para ejemplificar, cuando fertilizamos un cultivo con fósforo, solo una pequeña fracción del elemento (10 a 15 %) es tomada por la porción del cultivo que es removida por la cosecha en el año de aplicación. Es decir, la gran mayoría se queda fijado, adsorbido o retenido en el suelo.

El fenómeno de fijación se presenta mediante varios mecanismos, incluso pueden coexistir varios a la vez en el suelo. Pero para fines prácticos, los que no interesa tener en cuenta son: adsorción física, intercambio iónico, precipitación superficial, y precipitación de fases sólidas.



**Figura 3. Los suelos Andosoles son un ejemplo de suelos altamente fijadores de fósforo.**

**Foto: WRB.**

El ejemplo clásico de fijación de

fósforo, son los suelos andosoles, donde el fenómeno de la fijación ocurre más intensamente. Lo característico de estos suelos es su alto contenido de alófono, el cual es un aluminosilicato no cristalino que no tiene una composición química definida. El material original lo constituyen, fundamentalmente, cenizas volcánicas.

Tisdale *et al.* (1993), relacionado a la fijación de fósforo también menciona que la presencia de aluminio intercambiable afecta la disponibilidad de fósforo, donde explica que hay una relación directa entre el aluminio intercambiable en el suelo y la fijación del fósforo. Por lo tanto, la disponibilidad de fósforo siempre será un tema a tener en cuenta para cuando se decida producir cultivos en suelos altamente ácidos, donde por supuesto debe existir una estrategia de manejo del suelo mediante el encalado y la necesaria aplicación de fuentes de fertilizantes fosfatadas.

Por otro lado, los suelos calcáreos también pueden sufrir este fenómeno de fijación, especialmente suelos con muy elevados contenidos de carbonatos. En este caso, la fijación del fósforo ocurre por la formación de fosfatos de calcio.

La severidad de la fijación del fósforo podemos ejemplificarla mediante un orden de los minerales a fines a este fenómeno. Entonces, la fijación de fósforo es como sigue: Arcillas 2:1 < Arcillas 1:1 < Cristales de carbonatos < Óxidos cristalinos de Al, Fe y Mn < Óxidos amorfos de Al, Fe y Mn (Alófano). Este último caso es el de los suelos Andosoles, donde es necesario aplicar altas dosis de fósforo para saturar la capacidad de fijación y dejar una cantidad disponible para los cultivos.

### **Como se mide la fijación de fósforo**

La fijación del fósforo puede medirse mediante pruebas rápidas pero son poco precisas, pues hay factores que no pueden controlarse en este tipo de pruebas. Sin embargo, un método más completo es el descrito por Wagh y Fitts (1996), el cual consiste en la incubación de muestras de suelo por 4 días a las cuales se les adiciona concentraciones de fosfato monocálcico conocidas, para posteriormente extraer el fósforo por el método más adecuado para cada tipo de suelo.

### **Fuentes consultadas**

- Quiroga, A.; Bono, A. 2012. Manual de Fertilidad y Evaluación de Suelos. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. INTA. Argentina. 162 p.
- Undurraga, D. P. s/a. Conceptos de Fertilización Fosfatada en Suelos Volcánicos. Centro Regional de Investigación Remehue. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. INIA. Chile. 11 p.
- Castellanos, J.Z. 2000. Manual de Interpretación de Análisis de Suelos y Aguas. 2ª Ed. Intagri. México. 186 p.
- Tisdale, S.L., W. L. Nelson, J.D. Beaton y J.H. Havlin. 1993. Soil Fertility and fertilizers. 5<sup>th</sup> Ed. Macmillan. New York.
- Lindsay, W.L. 1979. Chemical equilibria in soils. John Wiley & Sons, New York.