

FUNCIONES DEL FOSFORO EN LAS PLANTAS*

Introducción

El fósforo (P) es uno de los 17 nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas. Sus funciones no pueden ser ejecutadas por ningún otro nutriente y se requiere un adecuado suplemento de P para que la planta crezca y se reproduzca en forma óptima. El P se clasifica como un nutriente primario, razón por la cual es comúnmente deficiente en la producción agrícola y los cultivos lo requieren en cantidades relativamente grandes. La concentración total de P en los cultivos varía de 0.1 a 0.5 %.

Absorción y transporte de fósforo

El P penetra en la planta a través de las capas externas de las células de los pelos radiculares y de la punta de la raíz. La absorción también se produce a través de las micorrizas, que son hongos que crecen en asociación con las raíces de muchos cultivos. El P es absorbido por la planta principalmente como ion ortofosfato primario (H_2PO_4^-), pero también se absorbe como ion fosfato secundario (HPO_4^{2-}), la absorción de esta última forma se incrementa a medida que se sube el pH.

Una vez dentro de la raíz, el P puede quedarse almacenado en esta área o puede ser transportado a las partes superiores de la planta. A través de varias reacciones químicas el P se incorpora a compuestos orgánicos como ácidos nucleicos (ADN y ARN), fosfoproteínas, fosfolípidos, enzimas y compuestos fosfatados ricos en energía como la adenosina trifosfato (ATF). El P se mueve en la planta en forma de iones ortofosfato y como P incorporado

en los compuestos orgánicos formados. De esta forma el P se mueve a otras partes de la planta donde estará disponible para más reacciones.

Reacciones de energía en la planta

El P juega un papel vital virtualmente en todos los procesos que requieren transferencia de energía en la planta. Los fosfatos de alta energía, que son parte de la estructura química de la adenosina difosfato (ADF) y de la ATF, son la fuente de energía que empuja una multitud de reacciones químicas dentro de la planta. La transferencia de los fosfatos de alta energía del ADF y ATF a otras moléculas (proceso denominado fosforilación), desencadena una gran cantidad de procesos esenciales para la planta.

Fotosíntesis

La reacción química más importante en la naturaleza es la fotosíntesis. Esta reacción utiliza energía luminosa, en presencia de clorofila, para combinar el dióxido de carbono y el agua en azúcares simples. En este proceso, la energía solar es capturada en la ATF e inmediatamente este compuesto está disponible como fuente de energía para muchas otras reacciones dentro de la planta. Por otro lado, los azúcares formados se usan como bloques para construir otras células estructurales y compuestos para almacenamiento.

Transferencia genética

El P es un componente vital de las sustancias que forman los genes y cromosomas. De esta forma, este

elemento es parte esencial de los procesos que transfieren el código genético de una generación a la siguiente, proveyendo el mapa genético para todos los aspectos de crecimiento y reproducción de la planta.

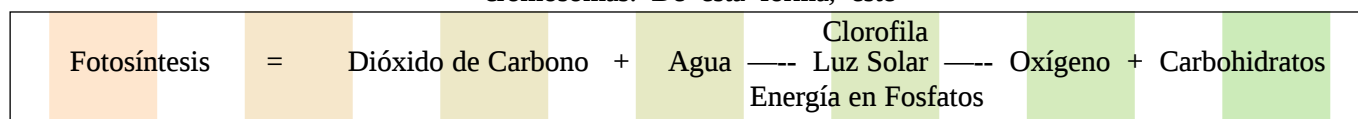
El adecuado suplemento de P es esencial para el desarrollo de nuevas células y para la transferencia del código genético de una célula a otra, a medida que se desarrollan nuevas células. Abundante cantidad de P se acumula en las semillas y en el fruto donde es esencial para la formación y desarrollo de la semilla.

El P es también parte de la fitina, que es la principal forma de almacenamiento de P en la semilla. Alrededor del 50% del P total en las semillas de las leguminosas y del 60 al 70% en los cereales se almacena como fitina o compuestos muy parecidos. Un mal suplemento de P puede reducir el tamaño, número y viabilidad de las semillas.

Transporte de nutrientes

Las células de las plantas pueden acumular nutrientes en concentraciones mucho mayores a las que están presentes en la solución del suelo que les rodea. Esta condición permite que las raíces extraigan nutrientes de la solución del suelo donde se encuentran en concentraciones muy bajas.

El movimiento de nutrientes dentro de la planta depende en mucho del transporte a través de las membranas de las células, proceso que requiere de energía para contrarrestar las fuerzas de osmosis.



Tomado de: Functions of Phosphorus in Plants. Better crops 83(1):6-7.

De nuevo aquí, la ATF y otros compuestos fosfatados proveen la energía necesaria para el proceso.

Deficiencia de fósforo

El adecuado suplemento de P permite que los procesos descritos arriba operen en condiciones óptimas y que el crecimiento y reproducción de la planta procedan a paso normal.

El efecto más acentuado de la falta de P es la reducción en el crecimiento de la hoja así como en el número de hojas (Foto 1). El crecimiento de la parte superior es más afectado que el crecimiento de la raíz. Sin embargo, el crecimiento

de la raíz también se reduce marcadamente en condiciones de deficiencia de P, produciendo menor masa radicular para explorar el suelo por agua y nutrientes. Generalmente, el P inadecuado deprime los procesos de utilización de carbohidratos, aun cuando continua la producción de estos compuestos por medio de la fotosíntesis. Esto resulta en una acumulación de carbohidratos y el desarrollo de un color verde oscuro en las hojas. En algunos cultivos, las hojas deficientes en P desarrollan un color púrpura, ejemplos son el tomate y el maíz (Foto 2).

Debido a que el P es fácilmente

movilizado en la planta, cuando ocurren las deficiencias de este nutriente el P se transloca de los tejidos viejos a tejidos meristemáticos activos y por esta razón los síntomas aparecen en las hojas viejas (parte baja) de la planta (Foto 3). Sin embargo, estos síntomas de deficiencia rara vez se observan en el campo y la deficiencia de P generalmente se evidencia por una pérdida apreciable de rendimiento.

Otros efectos de la deficiencia de P en la planta incluyen el retraso de la madurez, mala calidad de forrajes, frutas, hortalizas y granos así como una reducción de la resistencia de las plantas a las enfermedades.^e

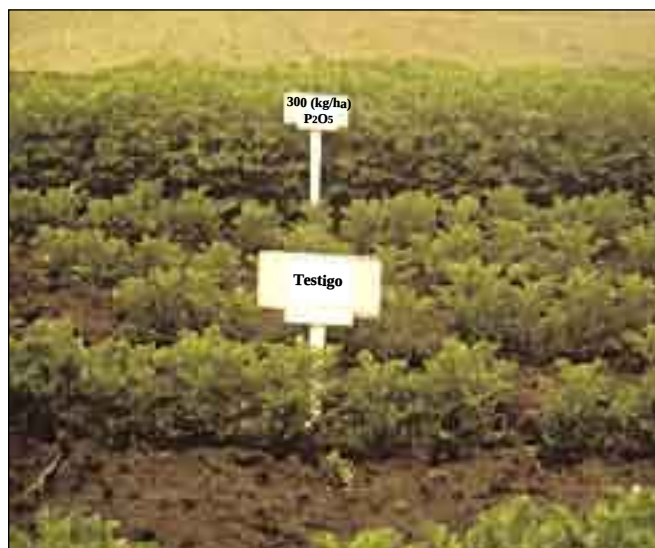


Foto 1. Drástica reducción de crecimiento de la papa por falta de P.



Foto 2. Color púrpura en maíz como síntoma clásico de deficiencia de P.



Foto 3. Deficiencia de P en caña de azúcar. El síntoma aparece en las hojas viejas (móvil).



Foto 4. Tronco de palma aceitera en forma de pirámide como síntoma de deficiencia de P.