

YarAvances Agronómicos

A partir de este mes iniciamos la publicación del **Boletín: YarAvances Agronómicos** de Yara Colombia, parte de nuestro compromiso de compartir conocimiento con el sector agrícola colombiano. Este boletín se publicará de forma mensual y cada edición será dedicada a temas específicos de interés agronómico, cómo resultados de investigación (locales e internacionales) relacionados con nutrición de cultivos, avances en innovación digital, novedades en sostenibilidad y finalmente recomendaciones para mejorar las prácticas de nutrición de cultivos en Colombia. A través de este boletín queremos ratificar nuestra apuesta por construir juntos un **Futuro Alimentario Positivo para la Naturaleza**.

Una solución “inteligente” a un reto de eficiencia y rentabilidad

Generalidades sobre el Fósforo

El Fósforo hace parte del grupo de elementos considerados esenciales para el desarrollo de las plantas. Debido a su importancia en términos de la cantidad demandada por los cultivos, se agrupa dentro de la categoría de macronutrientes junto con el Nitrógeno y el Potasio. Algunas de las funciones clave del fósforo en las plantas son:



Promoción de los procesos de enraizamiento, formación de brotes y establecimiento de plantas.



Componente clave de los ácidos nucleicos y ATP (suministro energético)



Transporte y producción de azúcares, grasas y proteínas.



Estimulación de los procesos reproductivos cómo floración y formación de frutos.

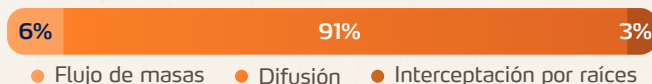
La disponibilidad de Fósforo en el suelo:

Uno de los grandes retos de la agricultura es incrementar la eficiencia del Fósforo. Debido a su alta reactividad cómo elemento, está expuesto a fenómenos que limitan drásticamente su disponibilidad en el suelo y sumado a su baja movilidad también en el suelo, los cultivos tienen un acceso limitado a su suministro (Figura 1 y 2). Un aspecto importante a considerar es que las plantas absorben el Fósforo en las formas minerales de ortofosfato primario ($H_2PO_4^-$ y secundario (HPO_4^{2-}).

La toma de Fósforo por las raíces depende de forma mayoritaria del proceso de difusión a través del cual los iones de fosfato se mueven en la solución del suelo.

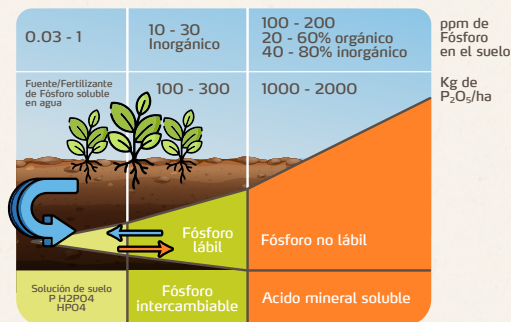
Figura 2. Mecanismos de absorción de P por las raíces.

Absorción por raíces (%)



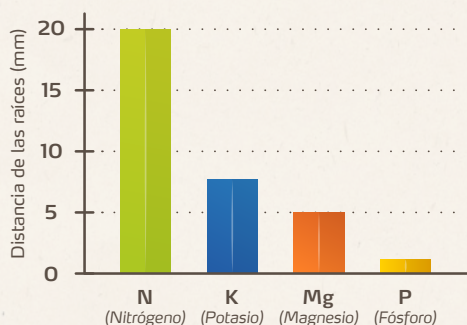
En el ejemplo a continuación se calcula que, en promedio por cada tonelada de Fósforo presente en la reserva del suelo, solo 0,5 Kg se encontrarán disponibles en la solución del suelo en las formas minerales mencionadas.

La actividad microbiana, la meteorización del suelo, y los cambios en el pH del suelo, liberarán lentamente P en la solución del suelo al que las plantas pueden acceder. Sin embargo, una vez que el P está en la solución del suelo, la planta tiene que competir por este P con aniones, así como con microorganismos.

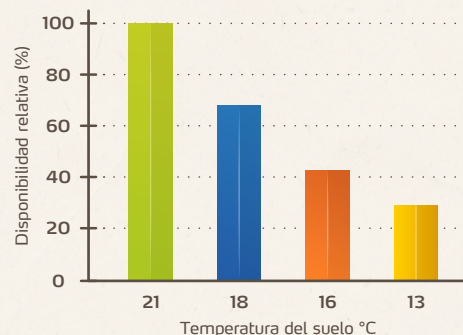


Incluso factores ambientales cómo las bajas temperaturas de suelo pueden limitar la absorción de Fósforo por los cultivos. Este fenómeno es importante para los cultivos que se desarrollan en las zonas del trópico alto en Colombia, cómo por ejemplo la papa, hortalizas y otros.

Figura 1. Relación entre absorción de nutrientes y distancia con la raíz.



Gráfica 3. Temperatura del suelo y disponibilidad de P.



Efecto de la temperatura del suelo sobre la absorción de P

Deficiencia de Fósforo:

El Fósforo es un elemento considerado móvil al interior de las plantas, por esta razón los síntomas de deficiencia se evidencian inicialmente en las hojas maduras y/o en el estrato inferior de la planta. Los síntomas generales asociados con la deficiencia de Fósforo son:

- Retraso en el crecimiento del cultivo, bajo vigor y coloraciones púrpuras en hojas.
- Retraso en el desarrollo de raíces.
- En cultivos frutales se pueden presentar reducción en la floración y retraso en la maduración.
- En los cereales se pueden presentar reducción en el macollamiento y en el tamaño de hojas.

Recuerda: Las deficiencias de nutrientes no siempre se manifiestan con síntomas visuales.



Deficiencia en P en Piña. Girón, Santander.



Deficiencia en P. Fresa. Provincia de Pichincha.



Deficiencia de P en café. Gigante, Huila.



Deficiencia de P en maíz. Fonseca, Guajira

Requerimientos de Fósforo y fertilización:

Los fenómenos descritos anteriormente, sumados a los procesos de remoción de nutrientes por los cultivos, evidencian la necesidad de incluir al Fósforo como un elemento fundamental dentro de los programas de nutrición de los cultivos.

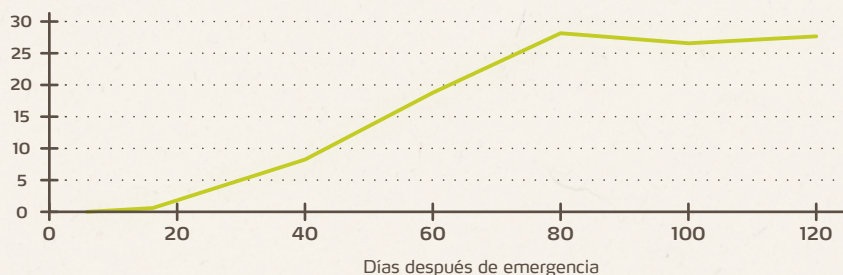
La dosis correcta de Fósforo debe basarse en criterios agronómicos como los requerimientos específicos del cultivo, el rendimiento esperado, el status de fertilidad de suelo, entre otras, sin embargo, como norma general, las aplicaciones de Fósforo (expresadas como P_2O_5) suelen mantenerse en rangos como los siguientes:

Tipo de Cultivo	Rango inferior (promedio) Kg P_2O_5 /ha	Rango superior (promedio) Kg P_2O_5 /ha
Cereales	20	90
Hortalizas	45	110
Frutales Perennes	20	90
Papa	110	350
Pasturas	10	90

El enfoque adecuado debe estar basado en un plan de diagnóstico y monitoreo diseñado para cada cultivo, y el requerimiento de Fósforo es una de las variables fundamentales para este proceso.

De forma general se asocia los requerimientos de Fósforo principalmente con las etapas iniciales de desarrollo del cultivo (siembra y establecimiento), sin embargo, la demanda de Fósforo no necesariamente tiene sus máximos picos de absorción en las etapas iniciales como se presenta en el ejemplo a continuación:

Gráfico 4. Absorción acumulada de Fósforo en maíz Kg P_2O_5 /ha

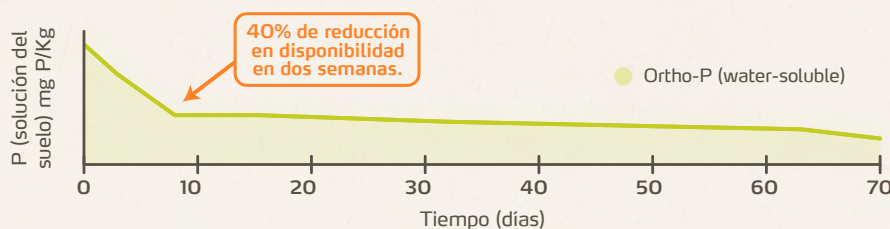


El pico de absorción se presenta entre los 45 - 80 días después de emergencia

Source: Büll, L.T. Nutrição do milho. In: BÜLL, L.T. & CANTARELLA, H.; ed. Cultura do Milho. Piracicaba, POTAFOS, 1993.

Los retos alrededor de la disponibilidad del Fósforo para las plantas no se limitan al Fósforo nativo, afectan también de forma significativa la efectividad de la fertilización. Los fertilizantes fosforados basados en ortofosfatos solubles (MAP, DAP, TSP etc.) así como las mezclas que contienen estos productos tienden a ofrecer un efecto inicial muy rápido de disponibilidad de Fósforo en el suelo seguido de una disminución brusca tras pocos días de aplicación como se puede apreciar en el siguiente gráfico.

Gráfico 5. Representación esquemática de la evolución de la concentración de Ortofosfato en la solución y su caída brusca en corto tiempo.



Este efecto disminuye la eficiencia de la fertilización fosfórica y representa un riesgo para el suministro y disponibilidad de nutrientes para las plantas durante el ciclo del cultivo y se convierte no solo en un reto para la seguridad alimentaria sino una preocupación ambiental.



Knowledge grows

¿Qué es P-AVANZADO?

A través de investigaciones recientes hemos identificado que una de las formas de Fósforo contenida en nuestros fertilizantes YaraMila, denominada como la fracción de "Fósforo soluble en citrato de amonio neutro", es una molécula de fosfato totalmente disponible para las plantas, que garantiza un suministro sostenido y una disponibilidad superior de P durante el ciclo del cultivo. Hemos denominado a esta molécula como P-Avanzado por su capacidad de alimentar a los cultivos de forma inteligente, garantizando un suministro de Fósforo progresivo durante el ciclo del cultivo.

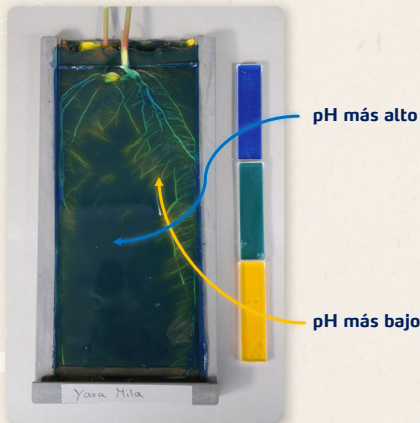
¿Cómo funciona P-AVANZADO?

P-Avanzado es activado por las raíces, La molécula de P-avanzado se activa gracias a los exudados de las raíces de las plantas, incrementando la disponibilidad del nutriente una vez las raíces entren en contacto con el fertilizante.

El proceso de liberación progresiva, permite mantener disponibilidad del Fósforo durante los picos de alta demanda.

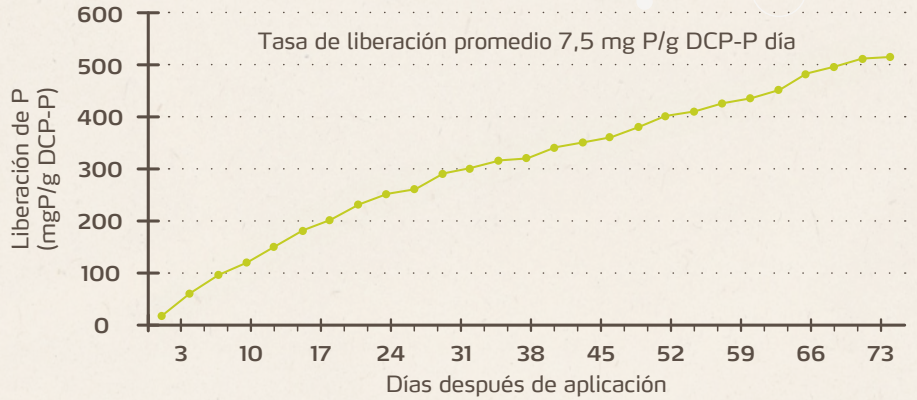
No está sometido a los problemas de fijación de fósforo en el suelo.

El bajo nivel de impurezas de Hierro (Fe) y Al (Aluminio) en P-avanzado protege la integridad de las membranas celulares y garantiza la disponibilidad del Fósforo en condiciones de suelos ácidos.



Los exudados de las raíces típicamente reducen el pH de la zona circundante.

Gráfico 6. Tasa de liberación progresiva de P-Avanzado en el tiempo.

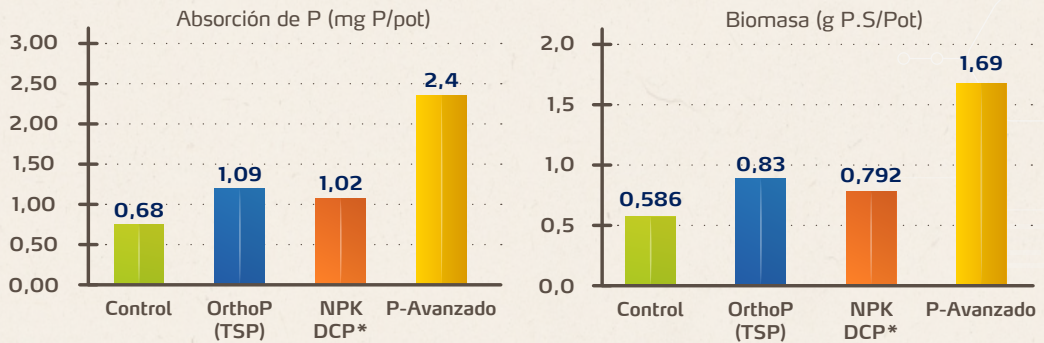


160 mg/L sustrato, pH 6,1. Solución del suelo obtenida por exceso de irrigación. Yara Internacional

Los Beneficios de P-Avanzado

P-Avanzado es una solución a la problemática relacionada con la eficiencia de la fertilización fosfórica. A través de nuestros programas de investigación hemos podido evidenciar que la inclusión de P-Avanzado dentro de las formas de Fósforo de nuestros productos YaraMila™ garantiza un suministro continuo durante el ciclo de cultivo que se refleja en una mayor tasa de absorción de Fósforo por el cultivo y en una mayor acumulación de biomasa, es decir mayores rendimientos de cosecha y una mayor eficiencia del uso del Fósforo, lo que contribuye no solo a incrementar la productividad, sino a mejorar el impacto ambiental asociado con la fertilización fosfórica.

Gráfico 7. Efecto de P-Avanzado sobre la absorción de P y acumulación de Biomasa de maíz (suelo ácido)

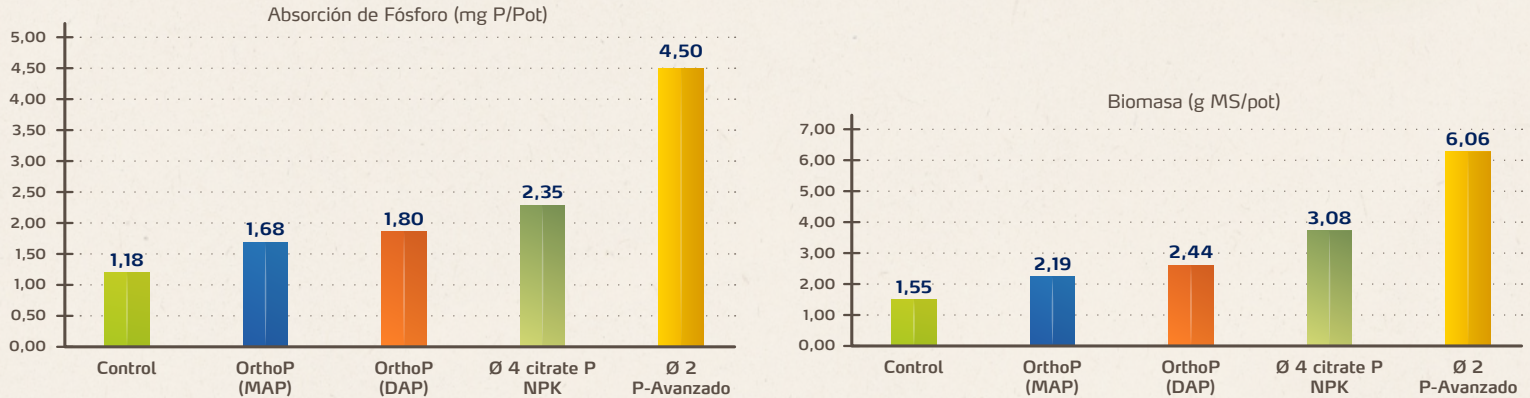


Suelo llanos orientales, pH 5,5, muy bajo nivel de P (<2 p/Kg Bray2); 50 mg P/Kg mezclado con el suelo.
* Otro NPK

Source: Yara, Research Centre Hanninghof, Andres Rangel 2014



Gráfico 8. Efecto de P-Avanzado sobre la absorción de P y acumulación de Biomasa de maíz (suelo muy ácido)



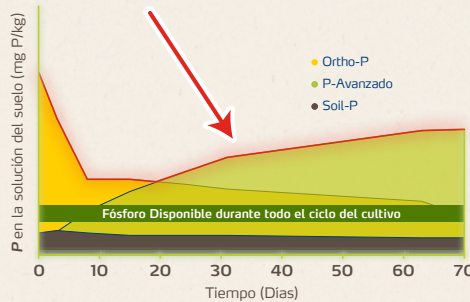
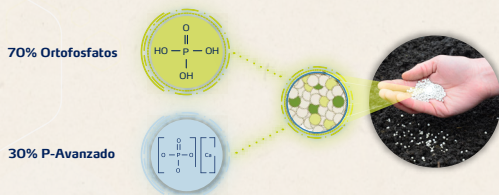
Suelo "Villavicencio", pH 4,3. ,25 mg P/Kg mezclado con el suelo.

* Otro NPK

Source: Yara, Research Centre Hanninghof, D. Schröder, 2016

EL Fósforo en los productos YaraMila™

La combinación de formas de Fósforo en los productos YaraMila granulados proporciona un balance único entre disponibilidad inmediata (gracias a la fracción de ortofosfatos solubles) y suministro continuo y progresivo de fósforo (gracias a la fracción de P-Avanzado). Esta característica da a los fertilizantes YaraMila un performance único en eficiencia de Fósforo, mejorando la accesibilidad del cultivo al elemento y promoviendo la mejora en los rendimientos de cosecha.



Consejos prácticos para un manejo eficiente del Fósforo

- Un buen plan de fertilización requiere establecer los requerimientos de Fósforo de tu cultivo. Recuerda que los cultivos demandan fósforo durante todo el ciclo de cultivo.
- Conoce los niveles de Fósforo de tu suelo para establecer el nivel de fertilidad del suelo.
- Recuerda que el plan de fertilización debe mantener un balance adecuado de nutrientes.
- Aprende a identificar las deficiencias de Fósforo en tu cultivo.
- Yara te ofrece el Servicio de diagnóstico y monitoreo (SD&M) para apoyarte en la toma de decisiones.

¿Dónde encuentras P-Avanzado?

Recuerda, nuestros fertilizantes complejos YaraMila™ contienen P-Avanzado, tanto en las referencias altas en Fósforo: YaraMila RAFOS, YaraMila KABAL, YaraMila TREFOS, YaraMila UNIK como en las referencias con niveles medios de Fósforo: Remital, Embajador, Grado Palmero y Abotek.



Bibliografía

Manual de nutrición de cultivos YARA

- Fink, J.R., Irida, A.V., Bavaresco, J. et al. Diffusion and uptake of phosphorus, and root development of corn seedlings, in three contrasting subtropical soils under conventional tillage or no-tillage. (2016) Biol Fertil Soils 52, 203-210 (2016). <https://doi.org/10.1007/s00374-015-1067-3>
- Funciones del Fósforo en las plantas. Informaciones agronómicas N. 36. INPOFOS, 1999.
- L.O. Torres-Dorante, N. Claassen, B. Steingrobe, H.-W. Olf's Hydrolysis rates of inorganic polyphosphates in aqueous solution as well as in soils and effects on P availability J. Plant Nutr. Soil Sci., 168 (2005), pp. 352-358.
- A.F. Rangel Becerra, L.O. Torres Dorante, M. Basten, J. Lammel. Fertiliser Phosphorus Diffusion and Availability: Recent Work on Movement in Soil Número 723 de Proceedings (International Fertiliser Society), International Fertiliser Society, ISSN 1466-1314 (2014)