

LUGAR DEL FOSFORO ORGANICO EN SU PROGRAMA DE FERTILIZACIÓN*

Introducción

El fósforo (P) es un elemento clave de la molécula de ácido desoxirribonucleico (DNA). Aunque parezca extraño, más del 50% del P orgánico del suelo puede encontrarse en forma de DNA.

Según el diccionario Webster, la palabra orgánico se refiere a la rama de la química que estudia los compuestos que contienen carbono. Por lo tanto, el P orgánico pertenece a los compuestos que contienen carbono (C) y P. A diferencia de los fosfatos inorgánicos como los fosfatos de calcio (Ca), sodio (Na) o amonio (NH_4^+), los compuestos de P orgánico son extremadamente complejos y se originan a partir de la descomposición de los residuos de los cultivos por los microorganismos del suelo.

Porqué el interés en el fósforo orgánico?

A qué se debe el interés en el P orgánico?. Simplemente porque la planta que se fertiliza está estrechamente relacionada con el enriquecimiento del suelo para futuros cultivos. El proceso funciona de la siguiente forma: Se conoce que la planta absorbe P en forma de los aniones ortofosfato ($\text{H}_2\text{PO}_4^{-1}$ y HPO_4^{-2}) que se encuentran en solución en el suelo. Estos fosfatos inorgánicos se adicionan fácilmente al suelo al aplicar fertilizantes comerciales. Sin embargo, durante el proceso de crecimiento, la planta convierte el P inorgánico absorbido del suelo en P orgánico. En qué cantidad?. Un cultivo de maíz que produce 12 t/ha contiene aproximadamente 13 kg de P orgánico en el grano y la misma cantidad de P en los residuos y las raíces que quedan en el campo. Este P orgánico de los residuos pasa eventualmente a formar parte de la reserva de P del suelo y servirá para futuros cultivos. También se encuentran en el suelo fosfatos inorgánicos inmovilizados que son fosfatos no disponibles para la planta. Estos fosfatos incluyen los fosfatos de hierro, de calcio y de aluminio. Los suelos se comportan en forma diferente con respecto a la inmovilización o fijación de P. El comportamiento depende del pH, de los iones metálicos presentes en el sistema (listos para reaccionar formando compuestos insolubles) y del mismo origen del suelo (los suelos viejos y los suelos derivados de ceniza volcánica fijan mucho P en la superficie de las arcillas).

La Figura 1 muestra la relación entre los fosfatos inorgánicos inmovilizados, el fosfato disponible y el fosfato orgánico de los suelos. Cuando se incorporan fosfatos inorgánicos al suelo, el equilibrio puede inclinarse a favor de la inmovilización o fijación de P. Por otro lado, a medida que la materia orgánica se descompone (mineraliza) el equilibrio puede inclinarse hacia la presencia de fosfatos más disponibles para la planta. El agricultor puede promover la descomposición de materia orgánica para liberar fosfatos (y nitrógeno), durante los periodos de lluvias y altas temperaturas. Sin embargo, hay que recordar que primero hay que acumular materia orgánica en el suelo y esto se logra cuando se produce un cultivo vigoroso que deje abundante residuo (rastrojo y raíces) en el campo después de la cosecha.

Como promover la liberación del fósforo orgánico

El primer paso es manejar los residuos de cosecha y otros residuos de la finca adecuadamente para promover la formación de materia orgánica en el suelo. En segundo lugar, se debe ajustar el pH del suelo para maximizar la actividad microbiana (en suelos tropicales el rango es 5.5 a 6.5). En tercer lugar debe existir suficiente humedad, temperatura y aireación en el suelo para promover un ambiente microbiano activo. La lluvia o el riego proveen de humedad al suelo, pero la temperatura depende de la naturaleza. Con respecto al manejo del suelo, es importante recordar que el objetivo de un programa de manejo para maximizar la productividad es el de desarrollar un suelo profundo, rico en materia orgánica y de baja densidad que maximice la circulación de aire y agua, condición que a su vez maximiza la actividad microbiana. La mineralización de la materia orgánica acelera la liberación de los fosfatos orgánicos que pasan a ser componentes importantes para lograr y sostener cultivos de altos rendimientos.

El proceso de mineralización lo llevan acabo los microorganismos del suelo que se alimentan de los residuos de los cultivos. Existe una parte de la materia orgánica que los microorganismos no pueden descomponer y que se acumula en el suelo como un material negro conocido como materia orgánica. Cuando finalmente se acumula la materia orgánica, ésta contiene una cantidad substancial de P orgánico. En la

* Tomado de: Fluid Fertilizer Foundation. 2000. Where does organic phosphorus fit in your fertility program. Fluid Journal (8) 3: 17-19.

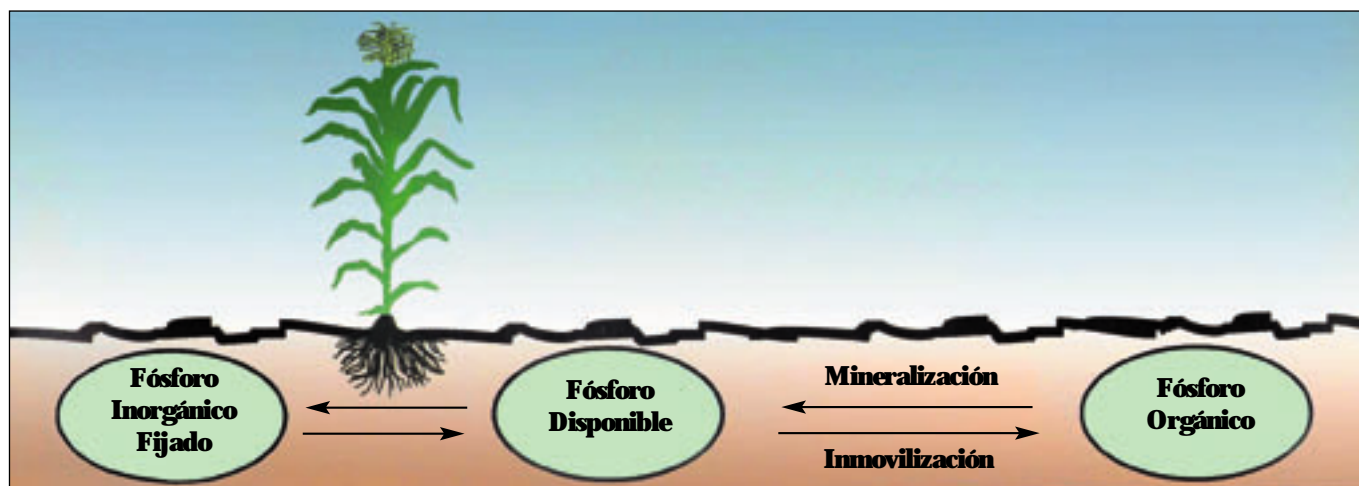


Figura 1. Relación entre los fosfatos inorgánicos fijados, los fosfatos disponibles y los fosfatos orgánicos.

capa superficial del suelo (0 a 15 cm), un suelo con 3% de materia orgánica puede contener alrededor de 1 000 kg de P_2O_5 por hectárea (Tabla 1). El P retenido en la materia orgánica no es inmediatamente asimilable para la planta. Estos fosfatos deben convertirse de nuevo en forma inorgánica para que puedan ser asimilados por la planta. Sin embargo, esto es más bien una ventaja puesto que cuando el agricultor logra acumular materia orgánica se almacena fosfato orgánico que será liberado cuando el cultivo más lo necesite (durante el período de máximo crecimiento). Durante el proceso de mineralización, el P inorgánico (así como el nitrógeno y otros nutrientes), se hacen disponibles, para esto es necesario que las condiciones de temperatura, pH, humedad sean adecuadas y que exista un buen manejo del suelo.

Tabla 1. Cantidades aproximadas de fósforo orgánico en la materia orgánica del suelo.

Contenido de materia orgánica en el suelo (%)		
1	3	5
Contenido de P_2O_5 (kg/ha)		
340	1 020	1 700

Una comparación interesante

Otra forma interesante de ver la dinámica del P orgánico en el suelo es comparando ésta con la dinámica de P en el rumen de los bovinos. Los ganaderos saben que sus animales pueden desarrollar serias deficiencias de P aun cuando ingieran grandes cantidades de ensilado y granos de maíz. El P orgánico en el alimento (denominado Fitina) es muy poco asimilable para los animales. Para compensar esta deficiencia en los animales es necesario suplementar P inorgánico en forma de fosfato monocálcico o dicálcico. Como resultado se observa mayor eficiencia de la alimentación, aumento de peso y un mejoramiento

general de la salud del animal. En el ganado, al igual que en los humanos, aproximadamente el 20% del P se encuentra en los tejidos blandos en forma de compuestos orgánicos complejos. El P en los tejidos blandos es necesario para metabolizar los carbohidratos y las grasas. Es un componente de todas las células vivas. La pregunta es: qué tan importante puede ser el P en la dieta de los animales? La respuesta es obvia cuando se demuestra que eliminando el P de la dieta de los pavos jóvenes, éstos mueren en solamente 10 días.

Un elemento indispensable

En la agricultura moderna, cuando los rendimientos de maíz se aproximan a 12 o 15 t/ha y cada vez se añaden más residuos al suelo, el P orgánico pasa a jugar un papel significativo en el manejo de los residuos. La adición de los residuos no debe convertirse en un problema, al contrario, puede ser la solución en lo que respecta al manejo de nutrientes para la obtención de altos rendimientos. Un buen manejo de residuos se logra con siembra directa (cero labraza), sistema de manejo del suelo y de los cultivos que acumula materia orgánica aun en suelos tropicales de alta dinámica.

Sin lugar a duda, el P orgánico juega un papel muy importante en la construcción de suelos de alta productividad capaces de sostener altos rendimientos. Estos altos rendimientos requieren del inteligente manejo de los fertilizantes minerales que promuevan un vigoroso crecimiento de la planta, que deja a su vez abundantes residuos en el campo. La materia orgánica proveniente de estos residuos es la fuente principal de P orgánico que ayuda a mantener estos rendimientos altos.^t