

# CAMBIOS EN LAS FRACCIONES DE FÓSFORO DE UN SUELO ENTISOL DURANTE PROCESOS DE MINERALIZACIÓN Y AGOTAMIENTO

MARTA SUSANA ZUBILLAGA<sup>1</sup> y LIDIA GIUFFRÉ DE LÓPEZ CAMELO<sup>1</sup>

Recibido: 09/10/98

Aceptado: 18/10/99

## RESUMEN

El presente estudio examinó los cambios producidos en las distintas fracciones de fósforo de un Torrifluent típico con y sin fertilización fosforada, en condiciones propicias para la mineralización y en el transcurso de su agotamiento. Se determinaron las formas orgánicas e inorgánicas del fósforo (PO y PI respectivamente) mediante parte del esquema de fraccionamiento de Hedley *et al.* (1982). Las muestras de suelo fraccionadas provienen de un ensayo de incubación y de extracción exhaustiva en invernáculo.

La mineralización del fósforo orgánico se incrementó con la adición de fertilizante, siendo las fracciones ligadas a la fertilidad a corto y mediano plazo las destinatarias de esta fuente fosforada.

Las fracciones inorgánicas de menor labilidad son fuente importante de fósforo biodisponible, reconociéndose también la importancia en este suelo del fósforo orgánico en la nutrición vegetal.

**Palabras clave:** fertilización fosforada, fraccionamiento del fósforo, agotamiento del suelo, mineralización.

## CHANGES IN PHOSPHORUS FRACTIONS IN AN ENTISOL WITH MINERALIZATION AND EXHAUSTION PROCESSES

### SUMMARY

The present study examined changes in different phosphorus fractions in a Typic Torrifluent with and without phosphate fertilization, and during exhaustion. Organic and inorganic phosphorus forms (PO and PI) were determined with Hedley's *et al.* technique in soil samples from an incubation essay and exhaustive extraction in a greenhouse experiment.

Organic phosphorus mineralization increased with fertilizer addition, and its destination were short and long range fertility fractions.

Inorganic fractions of less lability were important sources of bioavailable phosphorus, and relevance of organic phosphorus in vegetal nutrition was also demonstrated.

**Key words:** phosphate fertility, phosphorus fractionation, soil exhaustion, mineralization.

### INTRODUCCIÓN

La producción agrícola sustentable necesita de un adecuado nivel en el suelo de fósforo biodisponible. El fósforo adicionado mediante la fertilización puede acumularse tanto en formas orgánicas e inorgánicas, mientras que las plantas lo absorben principalmente como fósforo inorgánico. La efectividad de la fertilización fosforada en la nutrición vegetal depende de formas lábiles, y las formas resistentes representan un mecanismo para prevenir pérdidas de P desde el sistema.

Las estimaciones usuales del fósforo biodisponible se basan en mediciones de distintas fracciones de fósforo inorgánico, y no tienen en cuenta otras fuentes de fósforo que podrían tener influencia en la nutrición vegetal, como ser el fósforo orgánico. Algunos compuestos de fósforo orgánico pueden estar disponibles, particularmente en situaciones de baja fertilidad (Ron Vaz *et al.*, 1993), aunque generalmente es necesaria la mineralización previa, por lo cual la mineralización de las fracciones orgánicas es una importante fuente de fósforo

<sup>1</sup>Dpto de Suelos. Facultad de Agronomía. Av San Martín 4453 - 1417 - Capital Federal - e-mail:zubillag@mail.agro.uba.ar

biodisponible (Perrot *et al.*, 1992). El conocimiento de las diferentes formas del fósforo y su dinámica posibilita perfeccionar la evaluación de la fertilidad fosforada.

El esquema de fraccionamiento del fósforo propuesto por Hedley *et al.* (1982) permite identificar fracciones tanto orgánicas como inorgánicas, de acuerdo a su labilidad. Este fraccionamiento ha sido ampliamente utilizado para estudiar la distribución y transformaciones del fósforo orgánico e inorgánico en diferentes suelos. En una extracción inicial se determinan las fracciones más lábiles mediante resinas de intercambio amónico y  $\text{NaHCO}_3$ , luego se extraen fracciones menos lábiles con  $\text{NaOH}$  y  $\text{HCl}$ . Las fracciones más resistentes (fósforo residual) permanecen en el suelo al finalizar el procedimiento de extracción secuencial.

Este estudio intenta cuantificar los cambios producidos en las fracciones de fósforo de un suelo Entisol, por efecto de la fertilización fosforada, en condiciones propicias para la mineralización y con el transcurso del agotamiento del mismo.

#### MATERIALES Y METODOS

El presente estudio se realizó sobre un suelo Entisol (Torrifluent típico) de la localidad de La Consulta, Pcia. de Mendoza, Argentina, desarrollado sobre sedimentos aluviales cubiertos por depósitos eólicos fluviales, de una región con clima templado cálido con precipitaciones de 300 mm/año. Las características del suelo son: textura franca,  $\text{pH}$  (1:2,5)=7,9; conductividad eléctrica=0,36  $\text{dS m}^{-1}$ , carbono total (Walkley-Black)=1%, fósforo total ( $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,5N)= 830  $\mu\text{P g}^{-1}$  y fósforo extractable (Bray & Kurtz 1)= 4  $\mu\text{g g}^{-1}$ .

Se obtuvo una muestra compuesta de suelo pristino (0-10 cm de profundidad) para las determinaciones analíticas y ensayos experimentales. La muestra compuesta (n= 10) se secó al aire y tamizó por malla de 2 mm.

**Ensayo de Incubación:** se emplearon 20 g de suelo humedecido hasta 80% de su humedad equivalente con agua destilada en el tratamiento testigo y con 17  $\mu\text{g g}^{-1}$  de  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  en el tratamiento fertilizado. Se incubaron en potes plásticos a 28°C en estufa durante 15, 30, 60 y 90 días. Durante la incubación la humedad fue mantenida mediante riegos diarios con agua destilada. El diseño utilizado fue en bloques completos al azar con tres repeticiones. En cada uno de los períodos de muestreo se extrajeron 3 potes de cada tratamiento, continuando los demás la incubación hasta las fechas correspondientes.

**Ensayo de Invernáculo:** se realizó un ensayo extractivo para lograr movilizar las diferentes fracciones de fósforo. Se sembró *Lolium perenne* (ryegrass), en macetas con 200 g de suelo a una densidad de 200 semillas germinadas. Se realizaron 3 siembras sucesivas, y se cosechó todo el material vegetal a los 30 días desde la emergencia. Los tratamientos fueron: testigo sin fertilizar y fertilizado 19 y 38  $\mu\text{g g}^{-1}$  de  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  (P1 y P2 respectivamente), en un diseño en bloques completamente aleatorizados. Los análisis químicos de suelos se realizaron al finalizar el primer y último período de cosecha.

**Fraccionamiento del fósforo del suelo:** Se determinaron las formas orgánicas e inorgánicas del fósforo (PO y PI respectivamente) mediante la primera parte del esquema de fraccionamiento de Hedley *et al.* (1982), obteniéndose: fósforo inorgánico-resina (P-resina), fósforo inorgánico-bicarbonato (PI-bicarbonato), fósforo inorgánico-hidróxido (PI-hidróxido), fósforo orgánico-bicarbonato (PO-bicarbonato) y fósforo orgánico-hidróxido (PO-hidróxido). La sumatoria de las fracciones extractadas con resina y bicarbonato se consideró fósforo lábil (P lábil).

El fósforo orgánico se calculó por diferencia entre el fósforo total fraccionado, previa digestión nítrico-perclórica y fósforo inorgánico fraccionado. Las determinaciones colorimétricas se efectuaron mediante la técnica de Murphy y Riley (1962).

#### RESULTADOS Y DISCUSION

En la caracterización del fósforo, predominó el contenido de P-hidróxido sobre las fracciones extractadas con resinas y bicarbonato, correspondiente al 72% del fósforo total fraccionado. Esto implica la predominancia de fracciones de baja movilidad, tanto de formas orgánicas como inorgánicas, según se observa en la Figura 1.

Cuando el suelo se expuso a condiciones de activa mineralización se observó una movilización diferencial de las diferentes fracciones orgánicas e inorgánicas evaluadas (Figura 2). Se generó una importante mineralización tanto de los contenidos de PO-hidróxido como de PO-bicarbonato, disminuyendo significativamente 32 y 36% respectivamente, el fósforo total fraccionado no varió significativamente ( $p < 0,05$ ).

Las fracciones liberadas a la solución del suelo a través de la mineralización permanecen lábiles, por lo cual esta fracción inorgánica incrementó

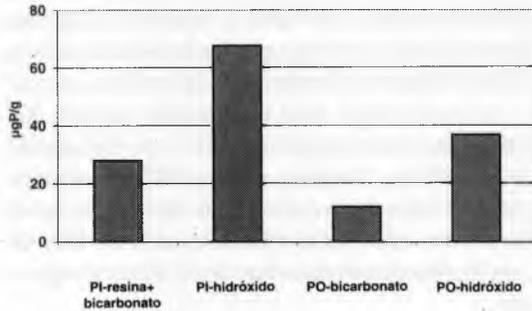


Figura 1. Fracciones de fósforo en muestras pristinas

75% a lo largo de la incubación ( $p < 0,05$ ), actuando como destino de los productos de mineralización. Este proceso da como resultado ganancia de fósforo disponible para los vegetales.

Cuando la movilización del fósforo es generada por la activa absorción vegetal (Figura 3) se observó a lo largo del experimento que el principal causante en el descenso del fósforo total fraccionado fue el P-hidróxido tanto orgánico como inorgánico disminuyendo 30 y 31% respectivamente. El contenido del PI lábil no varió debido probablemente a la baja fijación ya mencionada, y aunque la planta pudo absorberlo, éste fue rápidamente reemplazado por la fracción del P-hidróxido.

Se evidenció en este suelo la importancia del abastecimiento vegetal a partir del fósforo orgánico en condiciones naturales, es decir sin el aporte de fertilizantes fosforados. Hepper *et al.* (1996) en un suelo de características énticas de la región semiárida argentina también encontraron que la absorción vegetal provocó disminución significativa del contenido de fósforo orgánico.

### Cambios producidos por la fertilización fosforada

La fertilización fosforada produjo importantes modificaciones en el contenido de las diferentes fracciones del fósforo, tanto en procesos de mineralización como de activa absorción, Figuras 2 y 3.

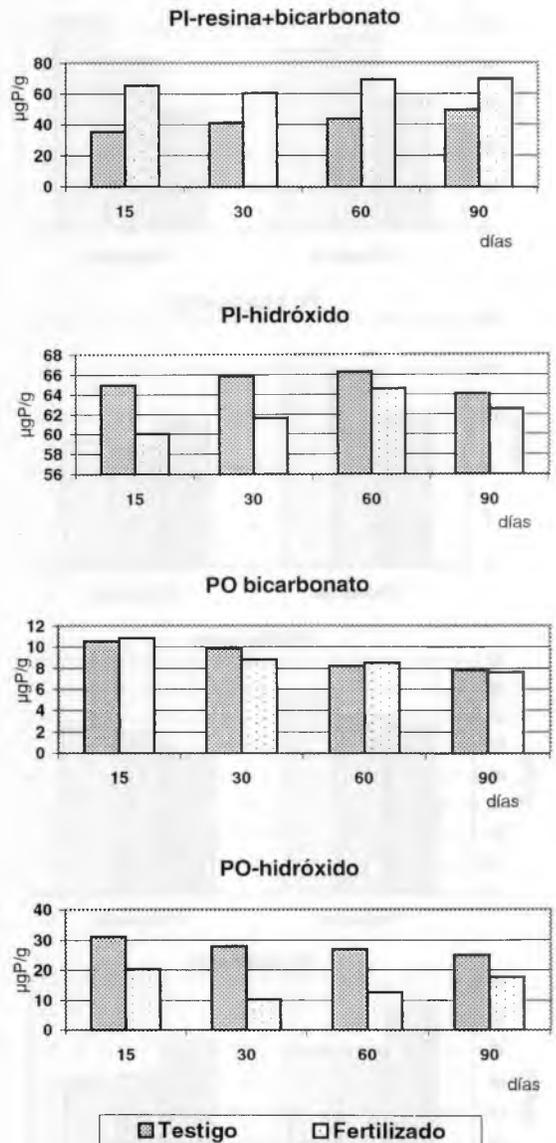


Figura 2. Evolución de las fracciones de fósforo durante el experimento de incubación

En las condiciones experimentales de incubación, la fertilización aumentó el potencial mineralizador de este suelo, en especial del PO-hidróxido, con una disminución significativa respecto del testigo de 29,3% al finalizar el período de incubación (Figura 2).

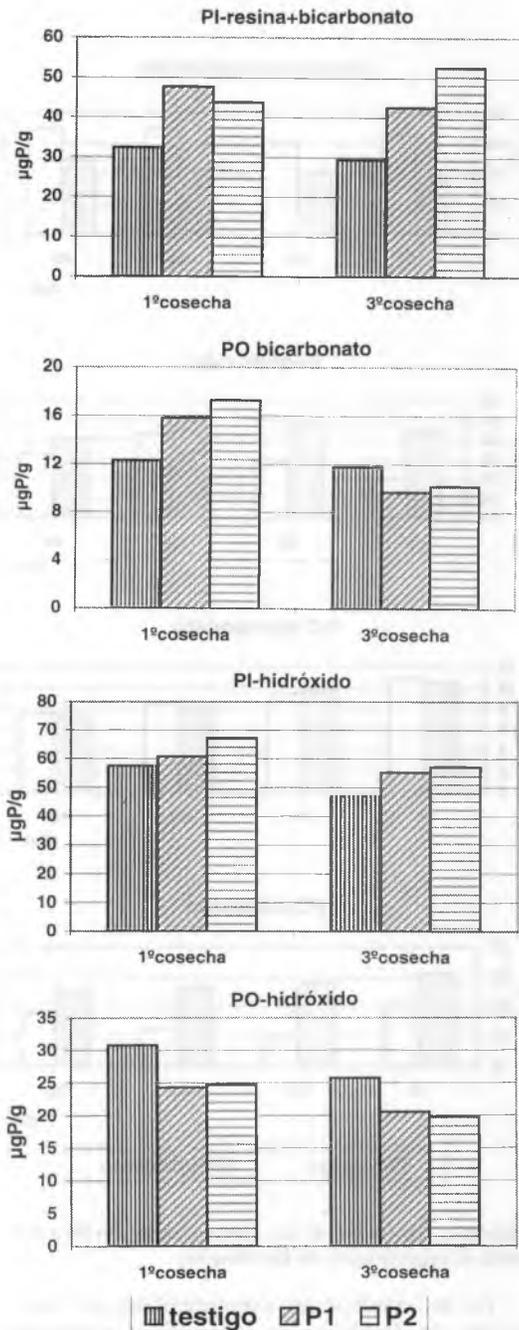


Figura 3. Evolución de las fracciones de fósforo durante el experimento de invernáculo para los tratamientos testigo, P1= 19  $\mu\text{g g}^{-1}$  y P2=38  $\mu\text{g g}^{-1}$  de  $\text{KH}_2\text{PO}_4$

Durante la incubación se liberaron cantidades importantes de fósforo a la solución del suelo constituyéndose el PI lábil un importante destino del fertilizante y de los productos de mineralización, incrementándose de este modo la fertilidad a corto y mediano plazo. Este incremento también fue observado en otros estudios, así López- Hernández *et al.* (1989) y Polglase *et al.* (1992) observaron tanto en laboratorio como *in situ* que la aplicación de fósforo estimula la mineralización del fósforo con la consecuente disminución del fósforo orgánico.

Cuando el fertilizante se incorporó al suelo sujeto a exhaustiva absorción por parte del vegetal se observó nuevamente un efecto estimulativo de la mineralización, con una disminución del total del fósforo orgánico extraído del 20%, debido tanto al PO-bicarbonato como PO-hidróxido. Al aumentar la dosis de fertilización no se encontraron diferencias significativas en mineralización del fósforo orgánico. A su vez, el PI-lábil aumentó significativamente resultando ser el principal destino de la fertilización (44%) (Figura 3). O'Halloran *et al.* (1986) en un suelo Chernozem, encontraron que la principal fracción que se enriqueció con fósforo del fertilizante fue PI lábil. Respecto a la disminución del PI-hidróxido observado en el tratamiento control, la fertilización mantuvo su contenido evitando su descenso, lográndose mayor contenido final con la mayor dosis aplicada.

### CONCLUSIONES

En esta clase de suelo, con escasos procesos de meteorización, las fracciones inorgánicas de menor labilidad son fuente importante de fósforo biodisponible. Asimismo, se reconoce la importancia del fósforo orgánico en la nutrición vegetal, advirtiéndose que los tests de suelos convencionales pueden no estar ajustados a la realidad si no se tiene en cuenta la contribución a partir de esta fracción.

La fertilización fosforada incrementa la mineralización del fósforo orgánico, siendo las fracciones ligadas a la fertilidad a corto y mediano plazo las destinatarias de esta fuente fosforada.

**BIBLIOGRAFÍA**

- **HEDLEY, M.J.; J.W.B. STEWART and B.S. CHAUHAN.** 1982. Changes in inorganic and organic soil phosphorus fractions induced by cultivation practices and by laboratory incubation. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 46:970-976.
- **HEPPER, E.N.; G. HEVIA; D.E. BUSCHIAZZO; A.M. URIOSTE and A.A. BORO.** 1996. Efectos de la agricultura sobre fracciones de fósforo en suelos de la Región Semiárida Pampeana Central Argentina. *Actas XV Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo*: 109-110.
- **LÓPEZ-HERNÁNDEZ, D.; M. ESPINOSA LUNA and M. NINO.** 1989. Transformaciones en las fracciones de fósforo orgánico e inorgánico en un suelo calcáreo fertilizado. *Ciencia del Suelo* 7-11-20.
- **O'HALLORAN, J.P.; J.W.B. STEWART and R.G. KACHANOSKI.** 1987. Influence of texture and management practices on the forms and distribution of soil phosphorus. *Can. J. Soil Sci.* 67:147-163.
- **PERROT, K.W.; S. U. SARATHCHANDRA and B.W. DOW.** 1992. Seasonal and fertilizer effects on the organic cycle and microbial biomass in a hill country soil under pasture. *Aust. J. Soil Res.* 30:383-394.
- **POLGLASE, P.J.; N.B. COMERGORD and E.J. JOKELA.** 1992. Mineralization of nitrogen and phosphorus from soil organic matter in southern pine plantations. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 56:921-927.
- **RON VAZ, M.D.; A.C. EDWARDS; C.A. SHJABDM and M.S. CRESSER.** 1993. Phosphorus fractions in soil solution: Influence of soil acidity and fertilizer additions. *Plant and Soil* 148:175-183.