

Comunicación

Fósforo desorbido del suelo y retenido por óxido de hierro (Pi) I. Relación con el fósforo extraído por los métodos Olsen y Bray 1

Liliana G Marbán¹ y RE Mendoza²

1 LAQUIGE-CONICET Laboratorio de Química Geológica y Edafológica J.R. de Velasco 847, 1414 Capital Federal, Argentina.

2 CEVEG- CONICET Centro de Ecofisiología Vegetal Serrano 665, 1414 Capital Federal, Argentina.

Recibido: 23 de Marzo de 1994. Aceptado: 5 de Febrero de 1995.

Los métodos más utilizados para determinar el nivel nutricional del fósforo (P) del suelo son los que utilizan soluciones extractantes. Estas desplazan inicial y rápidamente el P del suelo (Pe) hacia la solución, aumentando drásticamente su concentración. A continuación tiene lugar una adsorción en el suelo (readsorción o adsorción secundaria) de parte del P inicialmente desplazado, pese a la existencia de una alta concentración del anión del extractante, que puede competir con el P por los sitios de adsorción (Barrow 1983). La intensidad de la readsorción depende de la composición química de la solución extractante, del tiempo y vigor de agitación y de la relación suelo:solución utilizada. Rodríguez y Mendoza (1993) hallaron que la solución de CaCl_2 0,01 M, con una relación solución: suelo de 10:1, mostró una leve readsorción de P con el tiempo de contacto, a diferencia de los métodos Olsen y Bray y Kurtz, donde la readsorción fue considerable. Otra desventaja conceptual, que se postula, de las soluciones extractantes, es que al desplazar en un corto tiempo una gran cantidad de P a la solución de diferentes formas químicas, no solamente se involucra al P fácilmente disponible, sino también otros componentes más

estables y no móviles del P del suelo (Menon *et al* 1988, 1989).

Para evitar estos inconvenientes algunos autores utilizaron resinas aniónicas (Guiffre *et al* 1984, Van Raij *et al* 1986, Lins y Cox 1989) La resina compete con el suelo por el P disuelto, manteniendo baja su concentración en la solución. No obstante lo expuesto, algunos autores concluyeron que la resina no es una fuente de adsorción infinita de P, que permita que su concentración en la solución permanezca lo suficientemente baja para evitar la readsorción (Barrow, 1977).

Van der Zee *et al* (1987) propusieron un método cinético de desorción de P del suelo. Utilizaron una nueva técnica experimental (Pi) con solución de CaCl_2 0,01 M y, como artificio de captación infinita de los iones fosfato, una tira de papel impregnada de $\text{Fe}(\text{HO})_3$. Este método presenta la ventaja que el P no compete con otros aniones, ya que es fijado rápidamente en la tira y permite que la concentración de P en la solución sea lo suficientemente baja como para no producir readsorción. Las formas que se extraen corresponden a formas solubles por la naturaleza de la solución de CaCl_2 según lo expresado por Rodríguez y Mendoza (1993) y, además, existe una única



L. Marbán y Mendoza, Pi en relación al P extraído.

y continua dirección de la reacción (desorción de P hacia la solución).

En este trabajo se presenta esta metodología, no desarrollada en el país, con el propósito de compararla con los métodos tradicionales en ensayos de reversibilidad del fosfato adsorbido y de respuesta del vegetal al P agregado en suelos fertilizados del S.E. de Buenos Aires, Argentina.

Preparación del reactivo

Se embebieron discos de papel de filtro Whatman 541 de 15 cm de diámetro con solución al 10% de $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ y luego se escurrieron a temperatura ambiente durante aproximadamente 1 h. A continuación se los colocó en un ambiente saturado de NH_3 gaseoso. Al reaccionar los vapores de amoníaco con los iones Fe^{3+} el color cambió de amarillo a pardoranarjado formándose $\text{Fe}(\text{HO})_3$ que indicó el final de la reacción. Luego se secaron a temperatura ambiente y se cortaron en tiritas de 2×10 cm (Menon, 1988; 1989)

Desorción de P del suelo

Se utilizó un suelo Hapludol del Partido de San Cayetano (Tabla 1). Se colocó una tirita de papel entre sendas grillas de plástico dise-

ñada para tal fin. La grilla se puso en contacto con 40 ml de CaCl_2 0,01 M y 1 g de suelo en frascos de 250 ml durante 17 h de agitación suave y horizontal. Luego, se lavó, escurrió, colocó en frascos de 250 ml que contenían 40 ml de H_2SO_4 0,01 M y se agitó durante 2 h. Se retiró la grilla, se filtró la solución y se determinó el P en la solución (Murphy y Riley 1962).

P recuperado y P en solución con Pi

Se midió el P retenido en la tirita de soluciones patrones que tenían de 20 a 400 $\mu\text{g P mL}^{-1}$. La concentración de P remanente en la solución al finalizar la extracción del P del suelo se cuantificó sobre agregados de P de 0 a 240 $\mu\text{g P g}^{-1}$.

Relación de Pi con Olsen y Bray 1

Se evaluó la relación del método Pi con los métodos clásicos Bray y Kurt 1 y Olsen; incubando muestras de suelo durante 0, 1, 3, 10, 30, 60 y 90 días a temperaturas de 8, 25 y 40°C con un tenor de humedad constante del 15%. Las muestras recibieron P en dosis de 0, 10, 20, 30, 60, 80, 120 y 240 $\mu\text{g P g}^{-1}$.

Resultados y discusión

La recuperación (R) del fósforo agrega-

Tabla 1: Composición físico-química del suelo. Hapludol, San Cayetano

Physico-chemical composition of the soil. Hapludol, San Cayetano	
pH (suelo:agua 1:2,5)	6,1
C orgánico (Walkey Black)	2,04 %
Nt (Kjeldahl)	0,165 %
CIC	21,0 cmol/kg
Ca^{2+}	8,1 cmol/kg
Mg^{2+}	3,0 cmol/kg
Na^+	0,1 cmol/kg
K^+	2,1 cmol/kg
Arena	51,6 %
Limo	28,2 %
Arcilla	22,2 %

Tabla 2: Recuperación del P agregado en solución. Recuperation of solution dadded P.

$\mu\text{g Pa}$	$\mu\text{g P obs}$	% CV	% R
20	20,5	8	102,50
50	52,2	8	104,40
100	95,8	4	95,80
200	198,8	4	99,40
400	405,3	1	101,00

Pa = P agregado
 P obs = P observado
CV = coeficiente de variación
R = Recuperación

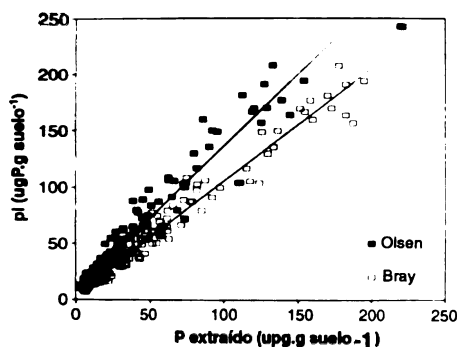


Figura 1: Relación entre P desorbido por Pi con el extraído por Olsen y Bray 1. Siendo $(y = 5,64 \cdot x)$ y $(y = 8,49 \cdot x)$ las ecuaciones de ajuste para Bray y Kurtz y Olsen, respectivamente.

Relationship between desorbed P By Pi with the extracted by Olsen and Bray1.

do (Pa) de soluciones patrones por el método Pi osciló entre 95,8 y 104,4% para todas las concentraciones utilizadas (Tabla 2). Las diferencias se atribuyeron a errores experimentales, de manera que se interpretó que la tirta sensible posee una capacidad infinita para recuperan P dentro de los niveles utilizados. Por otra parte, la cantidad de P en la solución al finalizar la extracción del P del suelo fue de un valor medio muy bajo ($0,014 \mu\text{g P mL}^{-1}$).

BIBLIOGRAFIA

- Barrow NJ y TC Shaw (1977) Factors affecting the amount of phosphate extracted from soil by anion exchangeresin. *Geoderma* 18:309-323
- Barrow, N.J. 1983. On the reversibility of phosphate sorption by soils. *J. Soil Sci.* 34:751-758
- Giuffrè de López Camelo L, ZMM.de Sesé y LA Barberis(1984) Extracción de fósforo del suelo con resina de intercambio aniónico. *Rev Fac Agronomia* 5: 175-181
- Lins ID y FR Cox (1989) Effect of extractant and selected soil properties on predicting the correct phosphorus fertilization of soybean. *Soil Sci Soc Am J* 53: 813-816
- Menon RG, LL Hammond y HA Sissingh (1988) Determination of plant-available phosphorus by de iron-hydroxide-impregnated filter paper (Pi) soil test. *Soil Sci Soc Am J* 52: 110-115
- Menon RG, SH Chien y LL Hammond (1989) Comparison of Bray I and Pi test for evaluating plant-available phosphorus from soil treated with different partially acidulated phosphate rock. *Plant and Soil* 114: 211-216
- Menon RG, SH Chien, LL Hammond y J Henao

El método Pi correlacionó altamente con los métodos Bray 1 ($R^2=0.97$) y Olsen ($R^2=0.94$) para 152 observaciones (Figura 1).

Las cantidades de P determinadas por Pi y Bray 1 fueron similares. La pendiente de la relación fue de 1, con un desplazamiento del punto de origen de 5,6 a favor de Pi (Figura 1). Para el caso de Olsen, la relación con Pi tuvo una pendiente de 1,3 y desplazamiento de la ordenada, respecto del origen, de 8,5 (Figura 1). Relaciones semejantes obtuvieron Van der Zee *et al* (1987) y Sharpley (1991).

Las relaciones obtenidas de Pi con Bray 1 y con Olsen, para un alto número de observaciones, permiten concluir que Pi determina el P del suelo dentro de valores equivalentes a los que resultan de los métodos tradicionales. Desde el punto de vista del mecanismo que opera en el desplazamiento de P del suelo por soluciones; el Pi ofrecería ventajas conceptuales respecto de las clásicas soluciones extractantes, debido a que existe un continuo, lento y sentido unidireccional de la reacción entre el P y el suelo (desorción de P del suelo hacia la solución). Sin embargo, para el caso estudiado en este trabajo, no fue posible establecer claras diferencias entre un método y el otro.



L. Marbán y Mendoza. Pi en relación al P extraído.

- (1989) Modified techniques for preparing strips for the new Pi soil test for phosphorus. *Fertilizer Research* 19: 85-91
- Murphy J y JP Riley (1962)** A modified single solution method for determination of phosphate in natural water. *Anal ChemicActa* 27: 31-36
- Rodriguez D y R Mendoza (1993)** Readsorption of phosphate by soil during acid and alkaline extractions. *Commun Soil Sci PlantAnal* 24: 133-147
- Sharpley AN (1991)** Soil phosphorus extracted by iron-aluminum-oxide-impregnated filter paper. *Soil Sci Soc Am J* 55: 1038-1041
- Van der Zee SE, LG Fokkink y WH.Riemsdijk(1987).** A new technique for assessment of reversibly adsorbed phosphate. *Soil Sci Soc Am J* 51: 599-604
- Van Raij B,JA Quaggio and NM da Silva (1986)** Extraction of phosphorus, potassium, calcium and magnesium from soils by an ion exchange resin procedure. *Commun Soil Sci Plant Anal* 17: 547-586