

INVESTIGACIONES

Influencia del pH sobre la fijación de fósforo en suelos derivados de cenizas volcánicas¹

Varda Gutnik², Joseph Balcar³, Harold Behrens⁴, Edmundo Acevedo⁵.

INTRODUCCION

El presente trabajo investiga la conducta de dos suelos volcánicos (trumaos) respecto a la fijación del fósforo, al variar el pH del medio.

REVISION DE LITERATURA

Los suelos derivados de cenizas volcánicas presentan, entre otras características, la de fijar un alto porcentaje (80-90%) del fósforo suministrado como abono. Esto ha sido puesto en evidencia en diferentes lugares del mundo (FAO, 4), y los suelos chilenos, generados a partir de este material según Acevedo (1), Alamos *et al.* (2) y Letelier y Wright (7), no constituyen una excepción a ello.

Los investigadores Brown (3), Mibbard (5), Metzger (8) y Swenson *et al.* (9), concuerdan que en los suelos ácidos, el fierro y el aluminio tienen un papel importante entre las causas que rigen el fenómeno de fijación de fósforo, a través de la formación de complejos de baja solubilidad con los iones fosfato. Esto ha sido demostrado también para suelos chilenos derivados de cenizas volcánicas, por Alamos *et al.* (2) y Urrutia *et al.* (10).

MATERIAL Y METODO

Se tomaron muestras de los 30 primeros centímetros de un perfil representativo de las Series Nueva Braunau y Osorno.

El contenido de Fe soluble en ácido diluido y de Al extractable a pH 4,8 de las muestras*, es el siguiente:

| SUELO | FE (PPM) | AL (PPM) |
|---------------|----------|----------|
| Nueva Braunau | 50,8 | 989,4 |
| Osorno | 59,7 | 217,8 |

Se agitaron 5 gr. de suelo con 200 cc. de solución tamponada que contenía fósforo en dos concentraciones, hasta lograr un equilibrio entre el fósforo fijado y el fósforo en solución. Se tomaron muestras de la suspensión, se filtró y se determinó el fósforo remanente en solución mediante colorimetría, según el método de Jackson (6).

Las soluciones tampón utilizadas fueron, de biphthalato para el rango de pH 4,5-6,5 y de ácido bórico para el rango 6,5-9,5. El cambio de solución tampón no influyó en el fenómeno de fijación, ya que ambos "buffer" a pH 6,5 dieron el mismo resultado.

Como fuente de fósforo, se utilizó el ortofosfato de potasio (KH_2PO_4), calculándose concentraciones de 150 mg. de P/200 cc. de solución en un caso y de 25 mg. de P/200 cc. en el otro. El tiempo necesario para alcanzar el equilibrio fue de 100 horas para la concentración alta y de 50 horas para la de menos concentración.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados aparecen en los Cuadros 1 y 2 y Figuras 1 y 2. En ellos se ve que la fijación es reducida notablemente cuando el pH

¹Investigación realizada por Convenio entre el Departamento de Suelos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Chile; el Laboratorio de Radioquímica de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile, y el Instituto de Investigaciones Agropecuarias.

Los autores agradecen la colaboración de los Investigadores del Laboratorio de Radioquímica de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Srta. Ana López E. y Sr. Claudio Silva.

Recepción manuscrito: 16 de mayo de 1967.

²Químico M. S. Departamento Suelos, Facultad de Agronomía, Universidad de Chile.

³Ingeniero Agrónomo Ph. D. Experto O.I.E.A.

⁴Químico Ph. D. Laboratorio Radioquímica, Facultad Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile.

⁵Ingeniero Agrónomo, Profesor Auxiliar Cátedra Suelos, Facultad de Agronomía, Universidad de Chile.

*Russi, E. Determinaciones analíticas en cinco suelos derivados de cenizas volcánicas. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Chile. Informe mecanografiado, 1966.

del medio sube sobre 7, o en otras palabras, la cantidad de fósforo que permanece en solución una vez alcanzado el equilibrio es notablemente más alta a valores de pH sobre 7.

En general, se observa un paralelismo entre las curvas de ambos suelos, existiendo siempre una mayor fijación para el suelo de mayor contenido de aluminio extractable (Nueva Braunau), lo que concuerda con resultados obtenidos anteriormente por Alamos *et al.* (2) para estos suelos.

La reducción de la fijación al aumentar el pH se explica por una disminución en la estabilidad de los complejos de fósforo en el suelo, debido a que el $H_2 PO_4^-$ disocia H^+ para formar $H PO_4^{2-}$ y por otro lado aumenta la concentración de iones OH^- en solución, desplazándose el equilibrio hacia la formación de hidróxidos de Fe y Al.

Cuadro 1 — Cantidad de fósforo en solución a diferentes pH del medio (Dosis: 150 mg. P).

| pH | SUELO OSORNO MG | SUELO NUEVA BRAUNAU MG |
|-----|--------------------|---------------------------|
| 4,5 | 100 | 50 |
| 5,0 | 99 | 55 |
| 5,5 | 104 | 59 |
| 6,0 | 103 | 62 |
| 6,5 | 117 | 73 |
| 6,8 | 124 | 80 |
| 7,2 | 124 | 85 |
| 7,5 | 142 | 120 |
| 7,8 | 145 | 124 |
| 8,3 | 150 | 132 |
| 8,5 | 132 | 128 |
| 9,2 | 150 | 132 |
| 9,5 | 150 | 132 |

Cuadro 2 — Cantidad de fósforo en solución a diferentes pH del medio (Dosis: 25 mg. P).

| pH | SUELO OSORNO MG | SUELO NUEVA BRAUNAU MG |
|-----|--------------------|---------------------------|
| 4,5 | 5 | 2,1 |
| 5,0 | 6 | 2,5 |
| 5,5 | 4,5 | 2 |
| 6,0 | 3 | 1,8 |
| 6,5 | 3,5 | 2,5 |
| 7,0 | 3,7 | 3,5 |
| 7,5 | 11 | 5,8 |
| 7,7 | 14 | 7 |
| 8,0 | 16,5 | 8,2 |
| 8,2 | 16,5 | 9 |
| 8,5 | 16,5 | 15,4 |
| 8,8 | 25 | 18,5 |
| 9,2 | 25 | 25 |
| 9,5 | 25 | 25 |

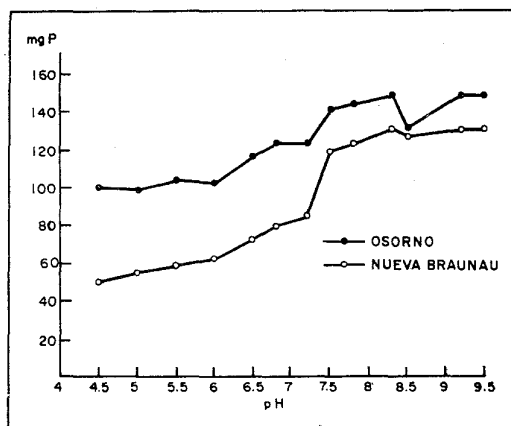


Figura 1 — Fósforo en solución a diferentes pH del medio. (Dosis: 150 mg. P).

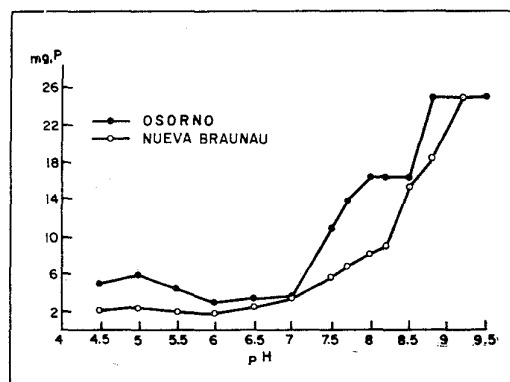


Figura 2 — Fósforo en solución a diferentes pH del medio. (Dosis: 25 mg. P).

De acuerdo con Swenson *et al.* (9), la formación de $Fe(OH)_3$ es superior a la de $Al(OH)_3$ debido, fundamentalmente, a dos factores: a) el carácter anfótero del aluminio, y b) a una mayor tendencia de los iones OH^- a remover hidrógeno de una de las moléculas de agua coordinadas para formar iones aluminato, que a desplazar los iones $H_2 PO_4^-$.

Lo expresado anteriormente permite explicar por qué al trabajar con 25 mg. P/200 cc. de solución, la mínima fijación se logra a pH 8,8 para el suelo de menor contenido de Al (Osorno), requiriéndose un pH de 9,2 para alcanzar este punto en el suelo de mayor contenido de Al (Nueva Braunau).

En la experiencia en que se trabajó con 150 mg. P/200 cc. de solución, el tenor de iones OH^- en solución, aún a pH 9,5, no fue suficiente para desplazar la totalidad del fósforo fijado en el suelo Nueva Braunau; sin embargo, en el suelo Osorno, de un contenido de Al mucho menor, la disorción total se logra a pH 8,3.

R E S U M E N

Se observó el cambio producido en el fenómeno de fijación de fósforo al variar el pH del medio (4,5-9,5), en dos suelos chilenos derivados de cenizas volcánicas, que difieren notablemente en su contenido de Al extractable a pH 4,8.

La cantidad de fósforo retenida por los suelos a cada nivel de pH, está relacionada directamente con el contenido de Al extractable.

La fijación se vio reducida notablemente sobre pH 7,0. Se discute un posible mecanismo que regule el fenómeno.

S U M M A R Y

The change in phosphorous fixation at various pH levels (4,5-9,5) in two volcanic ash soils of Chile, which differ in their Al content extracted at pH 4,8, was observed.

The amount of P fixed by soils in each pH level is directly related to the extractable Al of the soil.

The fixation is highly reduced over pH 7,0.

A possible mechanism for the phenomena is discussed.

L I T E R A T U R A C I T A D A

1. ACEVEDO, H. E. Determinación radioquímica de la fijación e intercambio de fosfato en el horizonte Ap. de la serie "Trumao Osorno". Tesis Ing. Agr. Santiago, Universidad de Chile. 1964. 60 p. (Mimeografiada).
2. ALAMOS, O. P. *et al.* Relaciones suelo-fósforo en suelos derivados de cenizas volcánicas. Departamento de Suelos Facultad Agronomía — Laboratorio de Radioquímica Facultad Ciencias Físicas y Matemáticas. Universidad de Chile. 1966 (Inédito).
3. BROWN, L. A. A study of phosphorous penetration and availability in soils. *Soil. Sci.* 39: 277-287. 1935.
4. FAO. Meeting on the classification and correlation of soils from volcanic ash. *World Soil Resources*. Report N° 14. Rome. 1965.
5. MIBBARD, P. L. Factors influencing phosphate fixation in soils. *Soil Sci.* 39: 337-358. 1935.
6. JACKSON, M. L. *Soil Chemical Analysis*. New York, Englewood Cliffs. 1958. 498 p.
7. LETELIER, E. and WRIGHT, C. S. Some relationships between soil processes and fertilizer responses in Chile. *Transaction of Joint Meeting of Commissions IV and V. Massey University College of Manawatu, Palmerston North, New Zealand.* 13-22 Nov. 1962. New Zealand, G. J. Neale. 1963.
8. METZGER, W. H. Phosphorus fixation in relation to the Iron and Aluminium of the soil. *Jour. Amer. Sc. Agron.* 33: 1093-1099. 1941.
9. SWENSON, R. M., COLE, C. V. and SIELING, D. H. Fixation of phosphorus by Iron and Aluminium. *Soil Sci.* 67: 3-13. 1949.
10. URRUTIA del R. J., ACEVEDO, H. E., VALDÉS, F. A. Efecto del ion fosfato en los niveles de P asimilable, Al, Fe, extractable y fracciones de fósforo en suelos derivados de cenizas volcánicas. Facultad de Agronomía, Universidad de Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Chile. 1967 (Inédito).