

FOSFORO RESIDUAL EXTRAIDO CON RESINAS DE INTERCAMBIO ANIONICO

Lidia G. de López Camelo; Marta E. Conti; Olga S. Heredia y Gustavo Maccarini

RESUMEN

En un ensayo de invernáculo en el que se realiza fertilización fosforada a dos Argiudoles típicos de la provincia de Buenos Aires y a un Peludert típico de la provincia de Entre Ríos, se observa que el método de las resinas de intercambio extrae cantidades de fósforo semejantes al de Bray-Kurtz Nº 1.

En los Argiudoles típicos el método de las resinas con 48 horas de extracción se comporta como un mejor estimador de la absorción de fósforo por plantas de tomate (*Lycopersicum esculentum*, var. *platense*).

La correlación entre el fósforo extraíble con resinas y las fracciones inorgánicas residuales (P-Al, P-Fe, P-Al + P-Fe, y P activo) es alta y positiva.

Palabras clave: fósforo residual, resinas, fracciones inorgánicas de fósforo.

RESIDUAL PHOSPHORUS EXTRACTED WITH ANION EXCHANGE RESINS

ABSTRACT

Phosphorus fertilizer is applied to two Typic Argiudols from Buenos Aires and a Typic Peludert from Entre Ríos, in a greenhouse experiment.

The resin extractable phosphorus of fertilized soils is similar to that extracted with Bray-Kurtz Nº 1.

In Typic Argiudols, the resin method with 48 hours of extraction time, is a better estimator of phosphorus absorption by tomatoe (*Lycopersicum esculentum*, var. *platense*).

The correlation between resin extractable phosphorus and residual inorganic fractions (P-Al, P-Fe, P-Al + P-Fe, and active P), is high and positive.

Key words: residual phosphorus, resins, inorganic phosphorus forms.

1) Cátedra de Edafología, Facultad de Agronomía de Buenos Aires.

INTRODUCCION

El método de extracción de fósforo con resinas de intercambio presentado por Amer (1955) y posteriormente modificado por Sibbessen (1977) ha demostrado ser analíticamente satisfactorio. Diversos investigadores han demostrado su buena correlación con el fósforo absorbido por las plantas (Moser et al., 1959; Cooke y Hislop, 1962; Elrashidi et al., 1975; Hernando y Diez, 1975; Rojas, 1976; Waterhouse y Bille, 1978).

Se estudió asimismo la relación entre el fósforo extraíble con este método y algunas fracciones inorgánicas nativas (Appelt y Schalscha, 1970; Elrashidi et al., 1975) y por su parte El Nennah (1978) y Adepoju et al. (1982) lo utilizaron para evaluar el fósforo residual remanente después de un ensayo de fertilización, denominado fósforo residual.

En base a esos antecedentes los objetivos del presente trabajo fueron:

- Verificar la eficiencia de medición del fósforo asimilable en suelos fertilizados con el método de resinas de intercambio aniónico y compararlo con el de Bray-Kurtz N° 1.
- Comparar el grado de asociación entre la extracción de fósforo y la absorción del mismo nutriente por las plantas de tomate, con ambos métodos.
- Determinar el grado de sensibilidad que tienen las resinas en la evaluación del fósforo residual mediante su relación con formas inorgánicas específicas.

MATERIALES Y METODOS

Se trabajó con muestras superficiales de dos Argiudoles típicos de la provincia de Buenos Aires y un Pedudert típico de la provincia de Entre Ríos.

Sus características se hallan especificadas en un trabajo anterior de Conti et al. (1983).

Para el ensayo biológico se utilizó como planta índice el tomate (*Lycopersicon esculentum*, var. plattense).

El diseño experimental empleado fue completamente aleatorizado con 4 tratamientos (testigo, fertilización con superfosfato triple, fosfato diamónico y escorias Thomas, a razón de 46 kg de P/ha) y 4 repeticiones.

Las determinaciones analíticas fueron realizadas al cosechar el ensayo, teniéndose en cuenta en este trabajo las siguientes:

- P asimilable: Bray-Kurtz N° 1 (Jackson, 1964).
- P extraíble con resinas de intercambio aniónico

(Sibbessen, 1977). Se utilizó resina Dowex X-4, entre 20-50 mallas. Los tiempos de agitación fueron de 18 y 48 horas.

- Fraccionamiento de P inorgánico: técnica de Chang y Jackson, modificada por Williams et al. (1971).
- P en planta: digestión por vía húmeda (Jackson, 1964), colorimetría con sulfomolibdico-ascórbico (Schlichting y Blume, 1966).

RESULTADOS Y DISCUSION

Extracción de fósforo con resinas de intercambio y Bray-Kurtz N° 1

La comparación de los valores de fósforo extraíble con el método de resinas de intercambio y Bray-Kurtz N° 1 (Fig. 1) demuestra entre ambos una correlación alta y positiva. Esto está de acuerdo con lo ya expuesto en un trabajo anterior (López Camelo et al., 1982).

Las correlaciones se realizaron tomando en cuenta todos los datos (Tabla 1) y desglosando luego el análisis en los tres suelos usados (Tabla 2).

TABLA 1: Correlaciones totales entre las variables estudiadas.

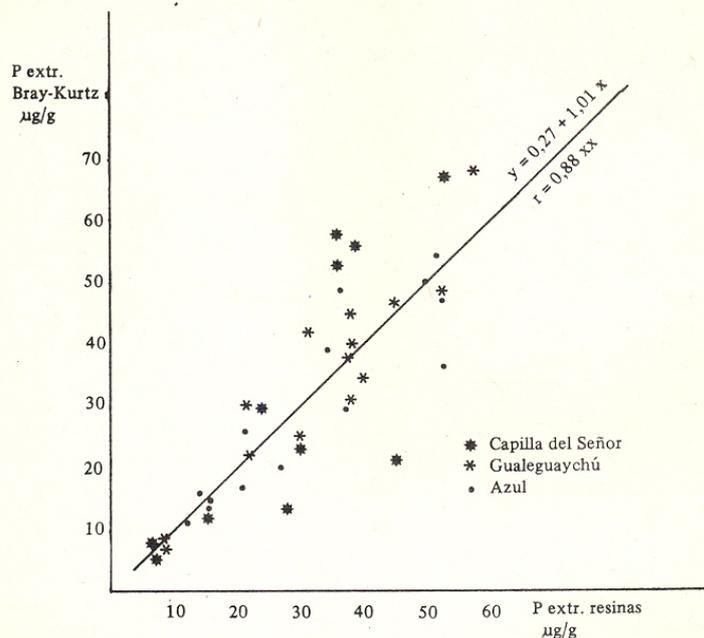
| P extraído con resinas (1) vs: | r |
|--------------------------------|---------|
| Bray-Kurtz N° 1 | 0,85 ++ |
| (g) M. S. | 0,49 ++ |
| P en planta | 0,53 ++ |
| P absorbido | 0,54 ++ |
| P activo | 0,69 ++ |
| P-Al | 0,57 ++ |
| P-Fe | 0,63 ++ |
| P-Ca | 0,21 o |
| P ocluido | 0,05 o |
| P inorgánico total | 0,50 ++ |

(1) Método de las resinas de intercambio, forma bicarbonato, con 18 horas de agitación.

(++) Significativo al 1 por ciento.
 (+) Significativo al 5 por ciento.
 (o) No significativo.

Según El Nennah (1978) los bajos tiempos de agitación permiten tener idea del factor intensidad, o fósforo en solución inmediatamente disponible, y tiempos mayores pueden dar un índice del factor capacidad, que involucran las reservas de la fase sólida.

Figura 1: Fósforo extraído con resinas de intercambio (48 horas de extracción) y con Bray-Kurtz N° 1.



Sibbessen (1978) utiliza en la actualidad un tiempo de agitación de 16 horas; en nuestro caso se elige uno de 18 horas por razones operativas.

El período de 48 horas se escogió después de una experiencia realizada en algunos suelos argentinos

(López Camelo et al., 1983), donde se observó que la liberación de fósforo se mantiene constante aunque se supere dicho tiempo de extracción.

Si se consideran los datos por suelo (Tabla 2), con 48 horas hay un apreciable aumento del valor "r" en Gualeguaychú.

Ambos métodos parecen extraer cantidades semejantes de fósforo del suelo. Si bien el método de las resinas se considera como el más natural, pues no es destructivo para el suelo y por el hecho de comportarse en forma semejante a la raíz de la planta, no se debe olvidar la simplicidad y practicidad del Bray-Kurtz N° 1 para los análisis de rutina.

Valoración biológica

Para la elección de un método de extracción es fundamental que el mismo refleje lo absorbido por las plantas. Este valor puede obtenerse mediante la determinación de los valores de fósforo absorbido (mg de fósforo obtenidos en cada maceta) y concentración

TABLA 2: Coeficientes de correlación (r) entre los métodos de resinas de intercambio y Bray-Kurtz N° 1.

| Suelo | (1) | (2) |
|-------------------|---------|---------|
| Capilla del Señor | 0,83 ++ | 0,82 ++ |
| Gualeguaychú | 0,88 ++ | 0,94 ++ |
| Azul | 0,91 ++ | 0,92 ++ |

(1) Bray-Kurtz N° 1 vs. resinas (18 horas de agitación).

(2) Bray-Kurtz N° 1 vs. resinas (48 horas de agitación).

(++) Significativo al 1 por ciento.

(+) Significativo al 5 por ciento.

(o) No significativo.

TABLA 3: Coeficientes de correlación (r) entre P absorbido y P en planta con los métodos de Bray-Kurtz N° 1 y resina de intercambio.

| Suelo | Absorción de P vs | Bray-Kurtz N° 1 | Resinas | |
|-------------------|------------------------------|--------------------|---------|---------|
| | | | (1) | (2) |
| Capilla del Señor | P absorbido | 0,63 ++ | 0,52 + | 0,76 ++ |
| | Concentración de P en planta | 0,54 + | 0,50 + | 0,62 + |
| Gualeguaychú | P absorbido | 0,70 ++ | 0,61 + | 0,65 ++ |
| | Concentración de P en planta | 0,70 ++ | 0,51 + | 0,66 ++ |
| Azul | P absorbido | 0,55 + | 0,54 + | 0,58 + |
| | Concentración de P en planta | 0,59 ++ | 0,58 + | 0,70 ++ |

(1) 18 horas de agitación.
(2) 48 horas de agitación.

(++) Significativo al 1 por ciento.
(+) Significativo al 5 por ciento.
(o) No significativo.

de fósforo en planta (mg de fósforo absorbido por mg de materia seca producida en cada maceta), valor éste que refleja la cantidad de fósforo en relación a la eficiencia de producción vegetal.

En la Tabla 3 se evidencia que al utilizar las resinas mejora la correlación con el fósforo absorbido por las plantas en la medida que aumenta el tiempo de extracción.

Comparando el método de las resinas con 48 horas de extracción con el de Bray-Kurtz N° 1, en Capilla del Señor y Azul, el primero se comporta como un mejor estimador del nutrimento extraído por la planta, mientras que en Gualeguaychú no alcanza a igualar los valores de Bray-Kurtz N° 1.

Fraciones de fósforo inorgánico

En la Tabla 1 se demuestran las tendencias generales al comparar el fósforo extraído con resinas de intercambio y las distintas fracciones inorgánicas obtenidas.

La extracción con resinas no se correlaciona con los valores de P-Ca ni P ocluído. Es posible que la falta de correlación con P-Ca se deba a que esta fracción extraída es baja. En cuanto al P ocluído es poco reactivo por sus características físico-químicas.

Las correlaciones totales son positivas y significativas al 1 por ciento para P-Al y P-Fe.

Se consideran entonces, al desglosar el análisis por

suelos, estas dos últimas tracciones, junto con (P-Al + P-Fe) y P activo, que incluye la suma de fracciones so-

TABLA 4: Correlación entre el fósforo extraído con resinas de intercambio y las fracciones inorgánicas residuales obtenidas mediante la técnica de Chang-Jackson (mod.).

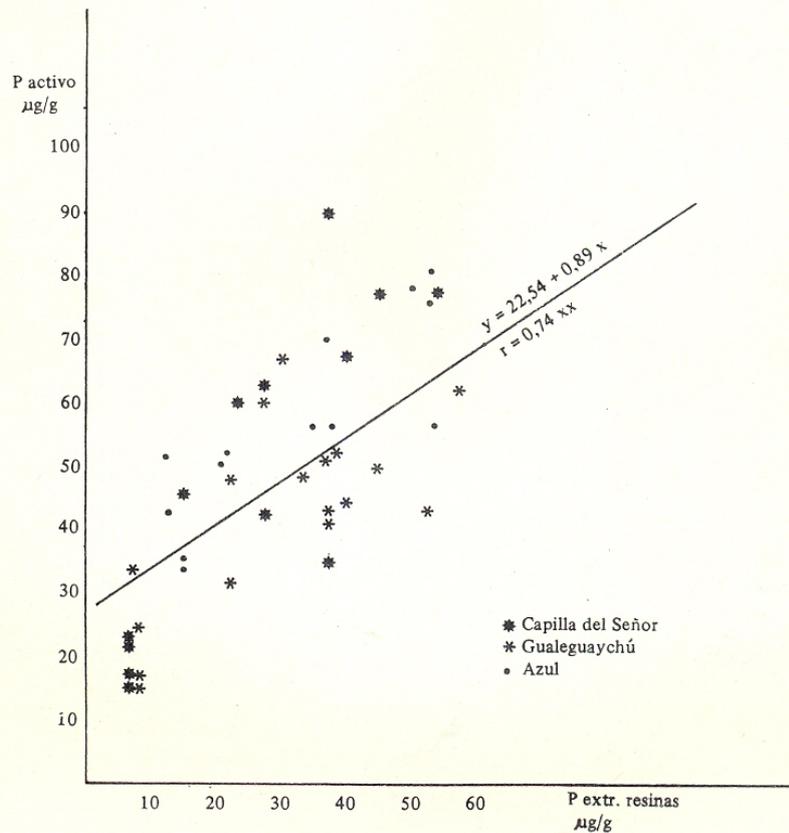
| Fracción | Suelo | P extraído con resinas | |
|-------------|-------------------|------------------------|----------|
| | | 18 horas | 48 horas |
| P-Al | Capilla del Señor | 0,75 ++ | 0,70 ++ |
| | Gualeguaychú | 0,78 ++ | 0,67 ++ |
| | Azul | 0,18 o | 0,36 o |
| P-Fe | Capilla del Señor | 0,79 ++ | 0,83 ++ |
| | Gualeguaychú | 0,62 ++ | 0,74 ++ |
| | Azul | 0,75 ++ | 0,80 ++ |
| P-Al + P-Fe | Capilla del Señor | 0,80 ++ | 0,83 ++ |
| | Gualeguaychú | 0,66 ++ | 0,76 ++ |
| | Azul | 0,78 ++ | 0,84 ++ |
| P activo | Capilla del Señor | 0,79 ++ | 0,84 ++ |
| | Gualeguaychú | 0,71 ++ | 0,74 ++ |
| | Azul | 0,77 ++ | 0,83 ++ |

(++) Significativo al 1 por ciento.

(+) Significativo al 5 por ciento.

(o) No significativo.

Figura 2: Fósforo extraído con resinas de intercambio (48 horas de extracción) y fósforo activo.



lubles en NH_4Cl , P-Al, P-Fe y P-Ca. Los resultados figuran en la Tabla 4 y Fig. 2. Las correlaciones son altas y positivas, lo que permite inferir que las resinas extraen las formas "activas" del fósforo inorgánico del suelo.

CONCLUSIONES

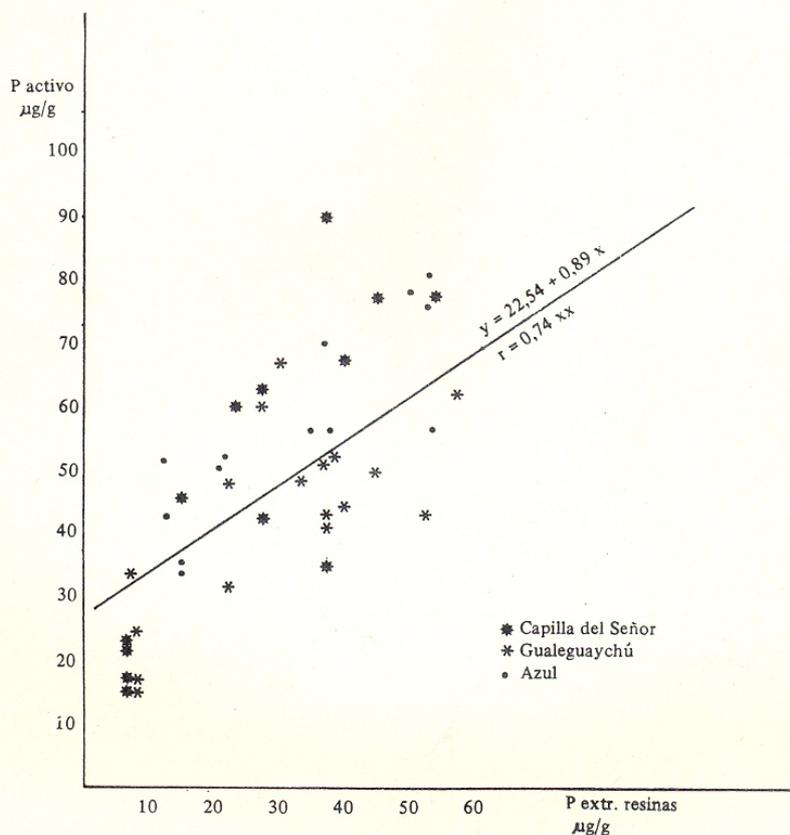
En los suelos estudiados y dentro de lo abarcado en este ensayo se pueden obtener las siguientes conclusiones:

Los métodos de resinas de intercambio y Bray-Kurtz N° 1 extraen cantidades semejantes de fósforo de los suelos fertilizados.

El método de las resinas de intercambio utilizando un tiempo de extracción de 48 horas demuestra ser mejor estimador de la absorción de fósforo por las plantas, que el que emplea 18 horas de extracción, siendo mejor estimador que Bray-Kurtz N° 1 en los Argiudoles (Azul y Capilla del Señor), pero no en el Peludert (Gualeguaychú).

La extracción de fósforo con resinas está asociada con las fracciones inorgánicas de P activo (P- NH_4Cl + P-Al + P-Fe + P-Ca).

Figura 2: Fósforo extraído con resinas de intercambio (48 horas de extracción) y fósforo activo.



lubles en NH_4Cl , P-Al, P-Fe y P-Ca. Los resultados figuran en la Tabla 4 y Fig. 2. Las correlaciones son altas y positivas, lo que permite inferir que las resinas extraen las formas "activas" del fósforo inorgánico del suelo.

CONCLUSIONES

En los suelos estudiados y dentro de lo abarcado en este ensayo se pueden obtener las siguientes conclusiones:

Los métodos de resinas de intercambio y Bray-Kurtz N° 1 extraen cantidades semejantes de fósforo de los suelos fertilizados.

El método de las resinas de intercambio utilizando un tiempo de extracción de 48 horas demuestra ser mejor estimador de la absorción de fósforo por las plantas, que el que emplea 18 horas de extracción, siendo mejor estimador que Bray-Kurtz N° 1 en los Argiudoles (Azul y Capilla del Señor), pero no en el Peludert (Gualeguaychú).

La extracción de fósforo con resinas está asociada con las fracciones inorgánicas de P activo (P- NH_4Cl + P-Al + P-Fe + P-Ca).

REFERENCIAS

- Adepoju, A. Y.; P. F. Pratt and S. V. Mattigod, 1982. Availability and extractability of Phosphorus from soils having high residual phosphorus. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 46: 583-588.
- Amer, F.; D. R. Bouldin; C. A. Black and F. R. Duke, 1955. Characterization of soil phosphorus by anion exchange resin adsorption and P32 equilibration. *Plant and Soil*, 6: 391-408.
- Appelt, H. and E. B. Schalscha, 1970. Effect of added phosphate on the phosphorus fractions of soils from volcanic ash. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 34: 599-602.
- Conti, M. E.; G. Maccarini; S. Pena y M. González, 1983. Fertilizantes fosforados, movilidad y relación con las formas de fósforo del suelo. *Ciencia del Suelo*, 1: 115-127.
- Cooke, J. J. and J. Hislop, 1962. Use of anion exchange resin for the assessment of available soil phosphate. *Soil Sci.* 96: 308-312.
- El Nennah, M., 1978. Phosphorus in soil extracted with anion-exchange resin. 1. Time-dissolution relationship. *Plant and Soil*, 49: 647-651.
- Elrashidi, M. A.; A. Van Diest and A. H. El Damaty, 1975. Phosphorus determination in highly calcareous soils by the use of an anion exchange resin. *Plant and Soil*, 42: 273-286.
- Hernando, V. and J. A. Diez, 1975. Comparative study of techniques to evaluate potentially soluble phosphorus in soils, in relation to that uptaked by ryegrass. *Agrochimica*, 19: 211-223.
- Jackson, M. L., 1964. *Análisis químico de suelos*. Ed. Omega, Barcelona, 662 pp.
- López Camelo, L. G. de; D. B. de Tiraboschi; Z. M. M. de Sesé y L. A. Barberis, 1982. El uso de resinas de intercambio aniónico en la determinación del fósforo disponible en algunos suelos argentinos. *Rev. Fac. Agr.* 3: 165-172.
- López Camelo, L. G. de; Z. M. M. de Sesé y L. A. Barberis, 1983. Extracción de fósforo del suelo con resinas de intercambio iónico. Presentado en el X Congreso Argentino y VIII Latinoamericano de la Ciencia del Suelo, Mar del Plata, octubre de 1983.
- Moser, U. S.; W. H. Sutherland and C. A. Black, 1959. Evaluation of laboratory indexes of absorption of soil phosphorus by plants. *Plant and Soil*, 10: 356-374.
- Rojas, C., 1976. Selección de métodos para la evaluación de fósforo disponible en suelos arroceros. *Agricultura Técnica*, 36: 5-13.
- Schilighing, E. und H. P. Blume, 1966. *Bodenkundlicher Praktikum*. Ed. Parey, Hamburgo.
- Sibbessen, E., 1977. A simple ion exchange resin procedure for extracting plant available elements from soil. *Plant and Soil*, 46: 665-669.
- Sibbessen, E., 1978. An investigation of the anion exchange resin method for soil phosphate extraction. *Plant and Soil*, 50: 305-321.
- Waterhouse, P. L. and S. W. Bille, 1978. Comparison of the short term phosphate uptake by plants to the decrease in resin extractable phosphate in a cropped soil. *Plant and Soil*, 50: 67-69.
- Williams, J. D.; J. K. Syers; R. F. Harris and D. E. Armstrong, 1971. Fractionation of inorganic phosphate in Lake Sediments. *Soil Sci. Amer. Proc.*, 35: 250-255.