

## MINERALIZACION DEL FOSFORO ORGANICO

I. Mizuno (1), Irma M. S. del Frade de Lafuente (2); Lola B. Matera de Carro (2);  
Martha E. Cotti de Moretti (2) y Zulema M. M. de Sesé (1)

Recibido: 14/6/82  
Aceptado: 24/6/82

### RESUMEN

Con la finalidad de estudiar el índice de mineralización del fósforo se efectuaron incubaciones de suelos naturales y previamente esterilizados, solos y en contacto con resina Amberlite IRA 400 en su forma  $\text{CO}_3\text{H}^-$  y  $\text{Cl}^-$  llevada a pH 7,0.

Las variaciones del fósforo inorgánico se estudiaron en períodos entre 1 y 56 días.

### ORGANIC PHOSPHORUS MINERALIZATION

#### SUMMARY

The purpose of this research is to study the mineralization index of the P. Soils in natural conditions and previously sterilized were incubated alone and in contact with resin Amberlite IRA 400 in  $\text{CO}_3\text{H}^-$  form and in  $\text{Cl}^-$  form pH 7.0.

The variations in inorganic P in all case were studied in periods between 1 and 56 days.

### INTRODUCCION

El fósforo en los suelos de la Argentina presenta una gran variabilidad conforme a las distintas manifestaciones edáficas.

Dentro de la zona agrícola por excelencia, con suelos bien provistos de materia orgánica, una proporción mayoritaria del fósforo puede encontrarse en forma orgánica (Mizuno *et al.*, 1980; Mizuno, 1981).

Dado que los niveles de materia orgánica oscilan entre 3-5 por ciento y excepcionalmente entre 8-10 por ciento (SE de la provincia de Buenos Aires), puede esperarse un significativo aporte de fósforo mineral a partir de la mineralización de las formas orgánicas, las que no son debidamente detectadas por los extractantes comunes.

La composición química de los vegetales que se desarrollan sobre algunos suelos no siempre se correlaciona con los resultados

---

(1) Cátedra de Edafología, Departamento de Suelos y (2) Cátedra de Química Inorgánica, Departamento de Química, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, Av. San Martín 4453, (1417) Buenos Aires, Argentina.

analíticos de los suelos correspondientes, por lo que se pensó que en algunos casos podría haber aportes sustanciales de fósforo a partir de la mineralización de las formas orgánicas.

En un estudio tendiente a la búsqueda de un extractante universal, se intentó detectar fracciones lábiles de fósforo orgánico mediante solución de EDTA (Mizuno *et al.*, 1982).

Algunos autores han intentado cuantificar el fósforo mineralizado mediante determinaciones sucesivas, en ensayos de incubación, del fósforo inorgánico. Se supone que en la medida en que se produce la mineralización del fósforo orgánico, el producto pasa a engrosar algunas de las fracciones inorgánicas (Ruiz y López Hernández, 1976).

En la Cátedra de Edafología de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires se efectuaron numerosos ensayos de mineralización en los que se lograron resultados concordantes en su tendencia con los logrados por numerosos autores que trabajaron sobre el tema. Un aspecto destacable es de que aproximadamente a los 15 días de incubación, los valores de P extractable se estabilizan. También se observó que la pendiente de la curva en su fracción de aumento variaba conforme a los suelos.

En un intento por determinar un valor práctico de estas diferencias se estableció lo que se dió en llamar Índice de mineralización (Barberis y Mizuno, 1962).

En experimentos de esta naturaleza puede surgir una duda básica. La misma consiste en determinar si la relativa constancia de valores a partir de un determinado período de incubación indica una suspensión del proceso biológico o bien el sistema llega a la saturación de las formas extractables conforme al equilibrio propio de cada suelo (Mizuno, 1981).

En el primer caso, el aporte de formas orgánicas a inorgánicas aprovechables por los vegetales tiene un fin; en el segundo hay un factor limitante dado por la receptividad del sistema con referencia a formas solubles y fácilmente solubilizables ("techo" del sistema).

En el segundo caso, cualquier extracción al sistema hace que este reaccione en el senti-

do de satisfacer su receptividad mediante nuevas mineralizaciones. Tal sería lo que sucede en un suelo con vegetación que va aprovechando estos aportes.

A efectos de imitar la acción extractiva de la vegetación, se pensó que la incorporación de una resina aniónica podía en alguna medida simular la acción de las raíces.

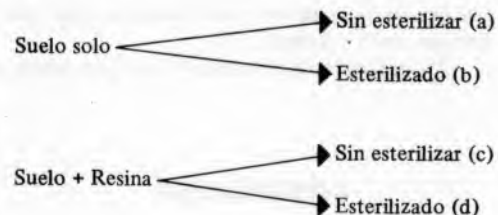
En el presente trabajo se intenta conocer la dinámica de la mineralización del P orgánico en un sistema que capta el P inorgánico en la medida que se produce, para evitar su insolubilización a través de alguna de las vías conocidas (Mizuno, 1981).

## MATERIAL Y METODOS

Se efectuaron dos series de ensayos. En la primera (Serie A) se utilizaron tres suelos: Venado Tuerto (Hapludol), Germania (Hapludol) y Tandil (Argiudol) En la segunda serie (B) se utilizó un suelo de Salta.

### Serie A

Las tres muestras de suelos tuvieron los siguientes tratamientos:



Las esterilizaciones se efectuaron utilizando radiaciones  $\gamma$ . La resina utilizada fue Amberlite IRA 400 (forma  $\text{CO}_3\text{H}^-$ ).

Los tratamientos consistieron en lo siguiente:

- a) 5 g de suelo secado y tamizado por malla de 2 mm se llevaron a un vaso de ppdo de 50 ml, se lo humedeció hasta pasta de saturación y se incubó a 37°C por períodos de 1; 7; 14; 21; 28; 35 y 56 días.

- b) En iguales condiciones que la anterior, pero con suelo esterilizado y por períodos de 1; 7; 21 y 56 días.
- c) En iguales condiciones que en el punto a) pero con el agregado de 3 g de resina.
- d) En iguales condiciones que en el punto b) pero con el agregado de 3 g de resina.

Los tratamientos se llevaron por triplicado y las extracciones de fósforo efectuadas

por la técnica de Olsen fueron por duplicado, de modo tal que cada resultado de fósforo (Cuadro 1) es la media de 6 datos analíticos.

Para la determinación del fósforo extractado por Olsen se utilizó carbón activado Darco para clarificar el extracto, determinándose el fósforo por formación de ácido cloromolibdico utilizando cloruro estannoso como reductor.

CUADRO 1: Tiempo de incubación y mineralización del fósforo orgánico.

		Tiempo de incubación (días)									
		0	1	2	3	7	14	21	28	35	56
		ppm de P extractable									
<b>Muestra 1</b>											
<b>Venado Tuerto (Hapludol)</b>											
Suelo solo	Suelo	10,0	11,5	8,0	10,0	11,5	13,5	14,0	16,0	15,0	22,0
	Suelo estéril	10,5	11,4	-	-	11,5	-	12,0	-	-	18,0
Suelo + resina	Suelo	8,0	24,0	24,0	25,5	32,0	48,5	53,5	58,5	52,0	59,0
	Suelo estéril	17,5	25,0	-	-	37,0	-	49,5	-	-	44,0
<b>Muestra 2</b>											
<b>Germania (Hapludol)</b>											
Suelo solo	Suelo	10,0	9,0	13,0	10,5	11,5	14,0	14,5	18,5	15,5	25,0
	Suelo estéril	11,0	11,0	-	-	13,0	-	13,0	-	-	18,5
Suelo + resina	Suelo	13,5	19,0	25,5	27,0	33,5	45,5	54,5	55,5	54,5	58,0
	Suelo estéril	16,0	24,0	-	-	34,5	-	49,5	-	-	55,0
<b>Muestra 3</b>											
<b>Tandil (Argiudol)</b>											
Suelo solo	Suelo	8,0	12,0	8,0	9,5	7,5	10,0	9,5	13,0	12,5	24,0
	Suelo estéril	8,5	10,5	-	-	11,5	-	10,5	-	-	16,0
Suelo + resina	Suelo	7,5	21,5	17,5	20,0	22,5	32,5	36,5	37,0	37,5	53,5
	Suelo estéril	12,5	20,0	-	-	24,0	-	33,5	-	-	41,0

### Serie B

Los tratamientos básicos fueron la diferencia en el pH del medio, con las variantes ya vistas para la serie anterior.



El pH 8,5 se logra al utilizar resina forma  $\text{CO}_3\text{H}^-$ , mientras que el pH 7,0 se logró mediante el agregado de trihidroxiamino me-

tano. En esta serie la cantidad de agua utilizada tuvo que ser mayor, llegándose a una relación suelo:agua de 1:3,33. La cantidad de resina utilizada fue igual en peso a la de la muestra de suelo.

### RESULTADOS Y DISCUSION

De los resultados del Cuadro 1 y Figuras 1, 2, 3, 4 y 5; surgen las siguientes consideraciones:

1) Puede observarse que la incubación del suelo sin agregado de resina arroja resultados que definen tendencias.

En ensayos anteriores realizados en la Cátedra de Edafología de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires se ha visto que el primer día de incubación marca un aumento de fósforo extractable, mientras que el segundo día señala un descenso con respecto a aquel,

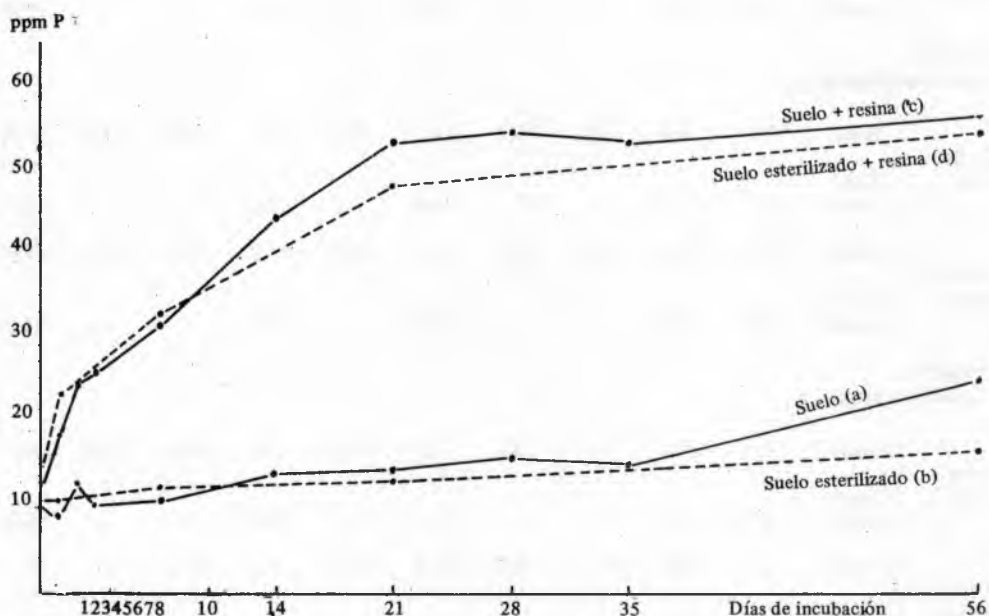


Figura 1: Serie A Alemania.

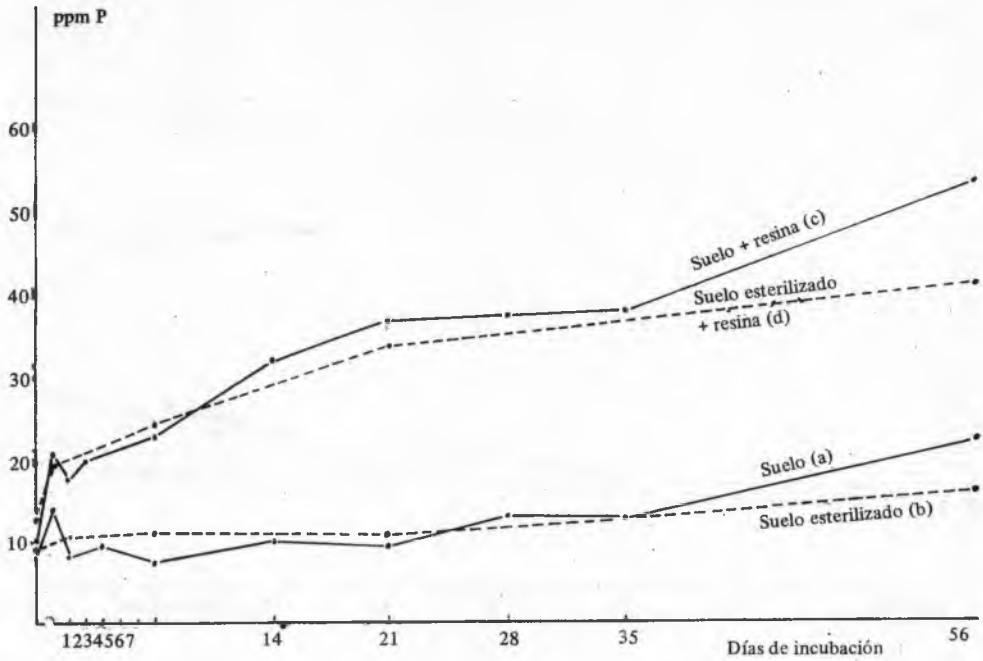


Figura 2: Serie A Suelo de Tandil

pasando el tercer día a aumentar decididamente hasta los 14 a 21 días, tendiendo posteriormente a estabilizarse.

- 2) Los experimentos de incubación durante 2 a 3 semanas llegarían a satisfacer la receptividad de fosfatos solubles (extractables) del sistema suelo. Sin embargo puede observarse que entre los 35 días, en que continúa con la relativa estabilización de los valores de extractable, hasta los 56 días, se reanuda el incremento.

Cabe entonces pensar en la siguiente alternativa: o la actividad microbiana se reanuda o el aporte de fósforo inorgánico proviene de la mineralización de su población, o cambia el estado de equilibrio dinámico del sistema. Esta última parece ser la más aceptable por cuanto similar aumento se observa en la muestra esterilizada aún cuando en menor proporción.

- 3) La esterilización de las muestras por medio de radiaciones gamma redujo la actividad fosfatasa hasta un nivel aproximado del 15 por ciento, vale decir que no la anula totalmente.

Comparando los resultados de la incubación con los del suelo tal cual, puede observarse que hasta los 21 días no se presentan diferencias significativas entre ambas.

Ello abre el interrogante acerca del proceso de aumento, por lo menos en estos primeros días: si puede llevarse a cabo con una actividad enzimática reducida al mínimo o se trata de un proceso no biológico. Tanto se trate de las variantes con o sin resina, puede observarse que las muestras esterilizadas siguen, como se dijo, un curso casi paralelo a no esterilizadas, por lo menos hasta los 35 días. Pero al llegar a los 56 días, se observan claras diferencias en favor de las no esterilizadas, en virtud de un nuevo aumento en la mineralización de estas últimas.

### Serie B

Puede llamar la atención la diferencia en el fósforo extractable en el día 0 entre los

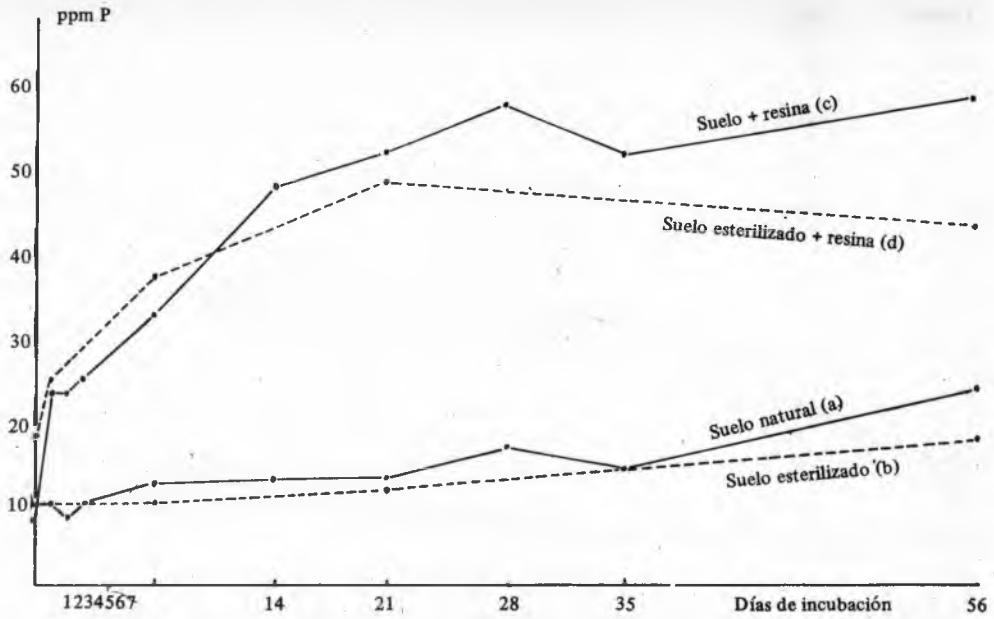


Figura 3: Serie A Suelo de Venado Tuerto.

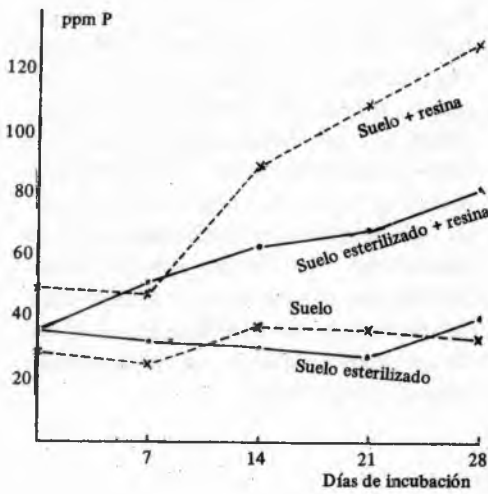


Figura 4: Serie B pH 8,5

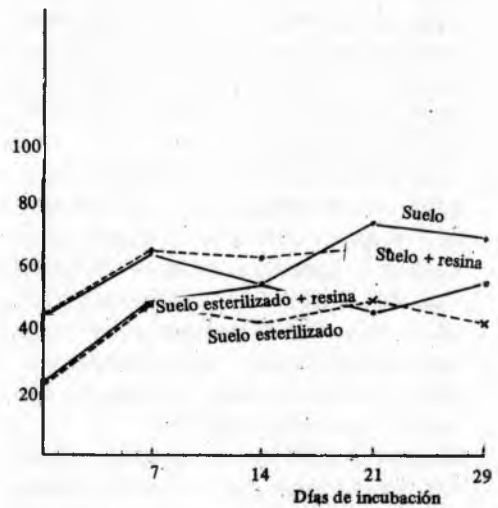


Figura 5: Serie B pH 7,0

tratamientos a pH 8,5 y 7,0. Ello puede explicarse por el hecho de que el ensayo a pH 7,0 se llevó a cabo en la misma muestra pero 4 meses después.

Se observa que a pH 7,0 no se marcan las diferencias en los valores de fósforo extractable entre los tratamientos con y sin resina. A pH 8,5 las tendencias son similares a las observadas en la Serie A.

Puede también notarse que la diferencia en la relación suelo:agua, o sea el grado de anaerobismo, no modifica dichas tendencias, ratificando las conclusiones de Ruiz y López Hernández (1977).

Las diferencias en los resultados entre las incubaciones a pH 7,0 y 8,5 se estima deben atribuirse al comportamiento de la resina y no al proceso de mineralización, tanto por la naturaleza de aquella como por la falta de explicación para admitir que el proceso se favorece con una franca alcalinidad.

### CONCLUSIONES

Los ensayos de mineralización del fósforo orgánico, efectuados con suelos sin agregado de resina marcan la receptividad máxima de fósforo extractable de cada sistema suelo. En las experiencias realizadas se llega a dicho "techo" entre los 21 a 28 días de incubación.

El agregado de resina permite estudiar la dinámica del sistema más allá de dicho "techo".

Se considera de interés un estudio comparativo de distintas resinas para determinar cuales son las más adecuadas para este tipo de trabajo.

### AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la colaboración del Centro de Radiobiología de la Facultad de Agronomía por el tratamiento de las muestras esterilizadas. A Susana Uriarte por su valiosa intervención en la faz analítica de las muestras.

### BIBLIOGRAFIA

- 1) Mizuno, I; M. E. Conti; I. S. Lafuente y P. Fertig, 1980. Caracterización del fósforo en algunos suelos argentinos. VII Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo. San José. Costa Rica.
- 2) Mizuno, I., 1981. Fósforo en suelos argentinos. Comunicación. Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria. T XXXV No 6.
- 3) Mizuno, I; M. C. Moretti; A. V. F. de Sangüesa; L. B. M. de Carro y D. E. de Igne, 1982. EDTA como extractante universal. II Parte. Fósforo y elementos menores. *Rev. Fac. Agr. Bs. As.* 3 (2) 139-144, 1982.
- 4) Ruiz, J. y D. López Hernández, 1977. Tasa de mineralización de fósforo orgánico en suelos tropicales en relación con el contenido de humedad y temperatura. In *Soil organic matter studies*. VI. I. Intern. Atomic Energy Agency. Viena.