

VARIACION ESPACIAL Y TEMPORAL DEL FOSFORO EXTRACTABLE EN UN CICLO DE MAIZ SEMBRADO BAJO DOS SISTEMAS DE LABRANZA: CONVENCIONAL Y DIRECTO¹

Lidia Giuffré *
Olga Heredia *
Nilda Arrigo *
Marta Conti *
Javier Storti *

CONSEJO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS
INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS
INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS

ABSTRACT

Spatial and seasonal variability of soil extractable phosphorus in a maize crop planted under conventional and no-tillage systems. A field experiment was conducted on a Typic Argiudoll under maize (*Zea mays* L.), to determine the effect of conventional tillage and no-tillage systems on extractable P spatial distribution. Samples spaced 1 m were taken on three stages: fallow, flowering and harvest. Both tillage systems and sampling time affected soil P spatial variability. Variability coefficients were lower for conventional tillage, possibly due to the homogenization by plowing. No-tillage presented lower values of extractable P, perhaps due to a fixation in organic forms at the surface layer. Available soil phosphorus decreased after flowering in the no-tillage system, but conventional tillage presented a reposition of extractable phosphorus, indicating a higher degree of mineralization.

INTRODUCCION

La agricultura ha provocado efectos adversos en el ambiente y una disminución en la productividad del suelo por problemas de erosión, con la consecuente pérdida de materia orgánica, nutrientes y otros problemas de degradación en el ambiente edáfico (Wallace, 1994).

Por otra parte, existe abundante literatura acerca de las bondades de los sistemas de labranza cero o mínima, que resultarían en mejoras cuali y

cuantitativas sobre la materia orgánica del suelo y sus nutrientes asociados (Arshad *et al.*, 1990).

Con respecto al P, se considera en general que las labranzas continuas pueden disminuir las fracciones orgánicas e inorgánicas del mismo (Mc Kenzie *et al.*, 1992; Ismail *et al.*, 1994) en suelos sometidos a monocultivos.

Una de las características de este elemento es su alta variabilidad espacial en suelos (Giuffré *et al.*, 1994), que puede además estar combinada con la influencia de los sistemas de labranza, tanto en sentido horizontal como vertical.

Los objetivos del presente trabajo fueron evaluar la influencia de dos sistemas de labranza, siembra directa (SD) y labranza convencional (LC), con respecto a:

- Distribución espacial horizontal del P en suelo.

1/ Recibido para publicación el 22 de marzo de 1995.
* Cátedra de Edafología, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, Av. San Martín 4453.1417. Buenos Aires, Argentina.

- Variación temporal durante el ciclo de un cultivo de maíz, en 3 etapas: barbecho, floración y cosecha.

MATERIALES Y METODOS

Se realizó un ensayo de campo, durante la campaña 93/94 en parcelas destinadas al cultivo de maíz, en el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria de Marcos Juárez (Provincia de Córdoba), República Argentina.

La temperatura media anual de la región es de 17°C y la precipitación media anual es de 900 mm, con un leve déficit hídrico en verano.

El suelo estudiado fue un Argiudoll Típico serie Marcos Juárez, ubicado en lomas casi planas, bien drenado, de textura franco limosa, con una estructura fácilmente degradable por acción de la labranza y de la precipitación, mostrando propensión a la formación de piso de arado (Carta de Suelos de la República Argentina, INTA, 1978). Su pH es levemente ácido (6,4) y está moderadamente bien provisto de carbono total (1,6%).

Las muestras de suelo fueron extraídas en parcelas experimentales cuya superficie fue de 425 m². El cultivo de maíz fue sembrado en 1988, realizándose desde entonces el monocultivo del mismo, bajo 2 sistemas de labranza: convencional y siembra directa.

La labranza convencional se realizó con arado de reja y vertedera, como labor principal, y el uso de rastra doble de discos en 3 oportunidades. Entre cultivo y cultivo el suelo quedó en barbecho desnudo.

La siembra directa se efectuó bajo barbecho cubierto, remplazando las labores por el uso de herbicidas. La implantación del cultivo se realizó con un mínimo movimiento del terreno.

En ambos casos la siembra se realizó con sembradora de grano grueso, con una densidad de 60,000 pl/ha. Los suelos fueron fertilizados con urea al voleo a la siembra, con una dosis de 60 kg de N/ha.

Con el objetivo de evaluar la variabilidad espacial del macronutriente P a nivel de microescala, se efectuó una transecta durante la campaña 93/94, donde se extrajeron 17 muestras superficiales (0-20 cm), equidistantes entre sí 1 m. Los puntos de muestreo fueron identificados con estacas de tal manera que permitieron estudiar la influencia de la variabilidad temporal. En cada estación de muestreo, con barreno, se extrajeron

las 4 sub-muestras adyacentes. Las épocas en que se extrajeron las muestras coincidieron con el barbecho, la floración y la cosecha del cultivo de maíz.

El P extractable fue determinado con la técnica de Bray-Kurtz N° 1 (Jackson, 1970), de amplia difusión internacional.

Se realizaron análisis estadísticos clásicos tales como análisis de variación y pruebas de Tukey de comparación de medias, y en un trabajo posterior, se utilizarán métodos geoestadísticos para analizar la dependencia espacial entre muestras.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los valores de P extractable obtenidos fueron altos; esto coincide con lo hallado por Arrigo (1990) y está relacionado con la riqueza del material original. Sin embargo, en esta zona es común la fertilización con P en siembra directa para cultivos como el trigo, y es por ello importante estudiar la dinámica de este nutrimento por los futuros peligros de contaminación de las aguas que podrían provocar un negativo impacto ambiental.

Los coeficientes de variabilidad de los valores de P extractable fueron mayores en el caso de la siembra directa (13%), con respecto a los que presentó la labranza convencional (9%). Esto estaría asociado con la homogenización de la capa arable que se produce en el caso de las labranzas tradicionales, coincidiendo con lo expresado por Kachanosky *et al.* (1985).

La alta variabilidad espacial de este nutriente está demostrada en las Figura 1. Es interesante remarcar que los patrones de distribución presentaron, además, considerables diferencias entre las épocas de muestreo. Esto coincide con los resultados de Magid y Nielsen (1992), que presentaron patrones de variación temporal sinusoidal para el P extractable con resinas, con mínimos en otoño e invierno, e importante variación espacial de este nutriente.

En la Figura 2 pueden analizarse las tendencias generales, visualizándose que en este ensayo, con una buena provisión de P, la labranza convencional no redujo los valores de este nutriente en el suelo. Esto coincide con lo hallado por Lal *et al.* (1994), que encontraron que 28 años de maíz continuo no tuvieron efectos deletéreos en las propiedades físicas y químicas de un Alfisol.

Por otra parte, puede haberse enmascarado una acumulación de P en los primeros centímetros

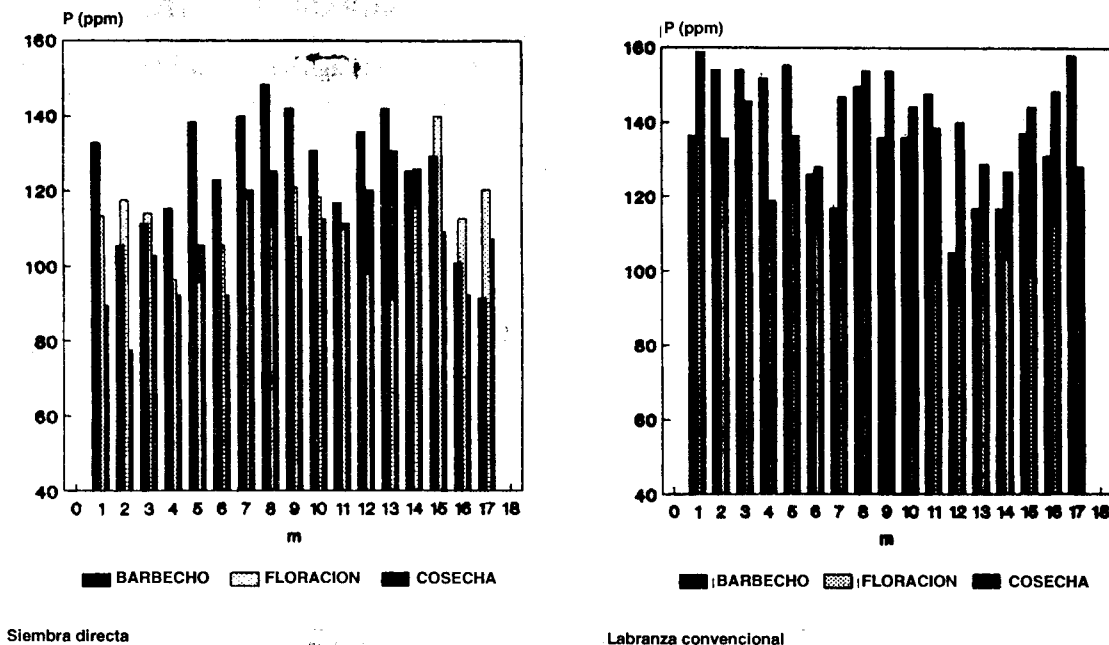


Fig. 1. Distribución espacial horizontal de P extractable en una plantación de maíz.

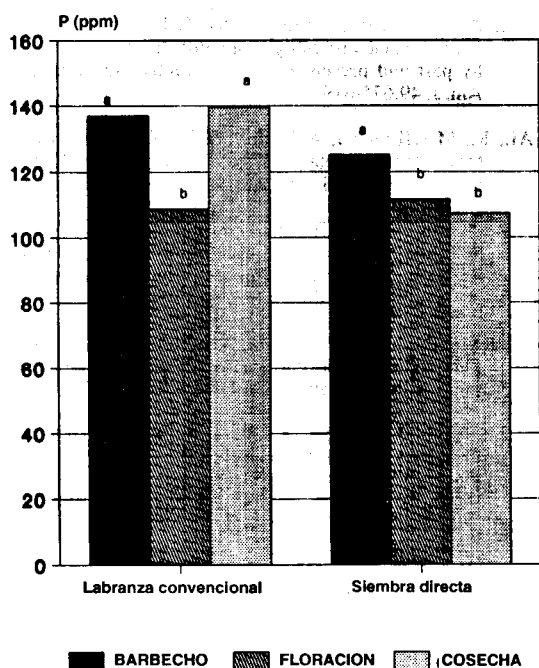


Fig. 2. Valores medios de P para los dos sistemas de labranza. Letras iguales indican diferencias no significativas, $P < 0,05$.

en el caso de la siembra directa ya que la profundidad de muestreo fue de 0-20 cm, que en general es la recomendada para análisis de rutina. En las condiciones del ensayo podría ser importante la acumulación de P en formas orgánicas en el caso de siembra directa, que no alcanzan a mineralizarse al ritmo de la labranza convencional, lo que explicaría los mayores valores de nutrimento extractable en el último caso.

Los sistemas de labranza tuvieron influencia sobre los valores de P extractable. Los análisis de variancia realizados en forma general englobando todas las épocas de muestreo, revelaron diferencias significativas entre los sistemas de labranza al considerar los niveles de P extractable ($P < 0,01$).

Asimismo, al efectuar idéntico análisis para cada uno de los tratamientos considerando cada época de muestreo, es notable la disminución en floración por el gran requerimiento de nutrimentos. Para la labranza convencional, hubo diferencias estadísticamente significativas entre barbecho y floración y floración y cosecha, con escasa variación entre el comienzo y el fin del cultivo, probablemente debido a una reposición por mineralización.

En el caso de la siembra directa existieron diferencias estadísticamente significativas entre

barbecho y floración, y barbecho y cosecha, presentándose una disminución en el contenido de P durante el ciclo del cultivo (Figura 2).

Estas consideraciones deberían tomarse en cuenta en la planificación de muestreos para P extractable. Debido a la gran difusión de la siembra directa en la actualidad se hace imprescindible que la toma de muestras para este nutrimento sea lo suficientemente exhaustiva para detectar la variabilidad intrínseca de este elemento, la heterogeneidad horizontal y vertical del sistema inducida por el tipo de labranza, y además la variación estacional durante el ciclo del cultivo.

RESUMEN

Se realizó un ensayo en campo sobre un Argiudoll Típico en parcelas experimentales destinadas al cultivo de maíz, con el fin de estudiar la dinámica del P extractable durante el ciclo del cultivo en 3 épocas de muestreo: barbecho, floración y cosecha, comparando 2 sistemas de labranza: convencional y siembra directa.

Existió variabilidad horizontal en la distribución del P, influida no sólo por las labores culturales sino también por la época de muestreo. La siembra directa presentó mayores coeficientes de variabilidad que la labranza convencional, destacándose la posible homogenización que podría producir esta última en la fracción disponible.

En las condiciones del ensayo, de buena provisión de P nativo, la siembra directa presentó valores inferiores de P extractable, lo que podría estar asociado a una fijación en formas orgánicas en los primeros centímetros de la superficie.

Se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre épocas de muestreo, tendiendo a declinar este nutrimento después de la floración del maíz en siembra directa, no así en labranza convencional, donde existiría una reposición por mineralización.

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen a los Ing. H. Marelli y A. Lattanzi por el apoyo brindado para la realización de este trabajo.

LITERATURA CITADA

- ARRIGO, N.M. 1990. Efectos de secuencias de cultivos, labranzas y fertilización sobre las características químicas y físicas de un Argiudoll Típico. Tesis Mag. Sc. EPGFA-INTA. 189 p.
- ARSHAD, M.A.; SCHNITZER, M.; ANGERS, D.A.; RIPMEESTER, I.A. 1990. Effects of till vs. no-till on the quality of till soil organic matter. *Soil Biol. Biochem.* 22:595-599.
- CARTA DE SUELOS DE LA REPUBLICA ARGENTINA. 1978. Hoja 3363-17, Marcos Juárez. Ed. INTA-CIRN. 86 p.
- GIUFFRE, L.; RATTO, S.; SIERRA, J. 1994. Anisotropy of soil P related to foliar P in maize. 15th World Congress of Soil Science, Transactions, 5b:123-124.
- ISMAIL, I.; BLEVINS, R.L.; FRYE, W.W. 1994. Long-term no-tillage effects on soil properties and continuous corn yields. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 58:193-198.
- JACKSON, M.L. 1970. Análisis químico de suelos. Barcelona, Ed. Omega. 662 p.
- KACHANOSKY, R.G.; ROLSTON, D.E.; DE JONG, E. 1985. Spatial variability of a cultivated soil as affected by past and present microtopography. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 49:675-679.
- LAL, R.; MAHBOUBI, A.A.; FAUSEY, N.R. 1994. Long-term tillage and rotation effects on properties of Central Ohio Soil. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 58:517-522.
- Mc KENZIE, R.H.; STEWART, J.W.; DORMAAR, J.F.; SCHAALJE, G.B. 1992. Long term crop rotation and fertilizer effects on phosphorus transformations in a chernozemic soil. *Can. J. Soil Sci.* 72:569-579.
- MAGID, J.; NIELSEN, N.E. 1992. Seasonal variation in organic and inorganic P fractions in temperate-climate sandy soils. *Plant and Soil* 144:155-165.
- WALLACE, A. 1994. Sense with sustainable agriculture. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 25:5-13.