

FÓSFORO DISUELTO Y SU RELACIÓN CON SISTEMAS DE LABRANZA

LIDIA GIUFFRÉ y MERCEDES ESQUERDO

Recibido: 11/11/98

Aceptado: 17/03/99

RESUMEN

Se efectuó una simulación de los efectos de dilución causados por el agua de escorrentía, en suelos provenientes de un cultivo de maíz con siembra directa y labranza convencional, provenientes de rotaciones maíz/maíz y maíz/soja. Se midió el fósforo disuelto según la metodología propuesta por Indiaty y Sharpley (1995).

El fósforo disuelto resultó significativamente mayor para la rotación maíz-maíz, con tendencia a presentar valores más altos en las condiciones de siembra directa.

Palabras clave. fósforo disuelto, siembra directa, labranza convencional

DISSOLVED PHOSPHORUS AND ITS RELATIONSHIP WITH TILLAGE SYSTEMS

SUMMARY

A simulation of dilution process produced by runoff was conducted on soils with maize crop with no-tillage and conventional tillage with maize/maize and maize/soybean rotations.

Dissolved phosphorus was measured by means of Indiaty and Sharpley technique, resulting significantly higher for maize/maize rotation and with a tendency to increase in no-tillage conditions.

Key words. dissolved phosphorus, no-tillage, conventional tillage

INTRODUCCIÓN

La intensificación de la producción agrícola ha incrementado la carga de fosfatos en aguas superficiales, y como el fósforo es el principal nutrimento limitante en aguas, esto ha producido la aparición cada vez más frecuente de casos de eutrofización.

La eutrofización es la preocupación ambiental más importante asociada con fósforo y sus síntomas más comunes son: florecimiento de algas, denso crecimiento de plantas acuáticas, y desoxygenación.

El ion fosfato se considera *a priori* un contaminante de aguas superficiales más que de aguas subterráneas. Cuando se encuentra en forma parti-

cular tiende a moverse en forma sorbida a sólidos erosionables, por lo tanto el efecto de las prácticas de conservación sobre su movimiento es similar a los efectos que tienen estas prácticas sobre el movimiento de sedimentos. En un trabajo anterior se examinó la posibilidad de utilizar índices de adsorción en estudios ambientales, para evaluar el fósforo adsorbido a partículas (Heredia *et al.*, 1996).

Las medidas de fósforo del suelo han sido enfocadas históricamente de modo de evaluar las limitaciones en la fertilidad del suelo, y por ende en la productividad, identificando y corrigiendo las deficiencias nutricionales. En la última década se han intensificado los estudios sobre el rol del

¹Cátedra de Edafología, Departamento de Suelos, FAUBA. E-mail: giuffre@ifeva.edu.ar. Av. San Martín 4453. (1417) Buenos Aires, Argentina. Este trabajo ha sido parcialmente subsidiado con el UBACYT TG21.

fósforo en la contaminación no puntual de origen agrícola (Sims, 1997).

La medida del fósforo disuelto es un análisis ambiental considerado de importancia primordial para estudiar los procesos de eutrofización. Los métodos de rutina en general no proveen la información necesaria, pero existen análisis alternativos, no tan rápidos como los de uso corriente en el laboratorio, pero que proporcionan datos suplementarios de utilidad.

Basándose en las experiencias existentes acerca de los efectos de las prácticas de conservación en las propiedades hidrológicas de los suelos, se espera que la pérdida total de nutrientes aumente con la intensidad de las prácticas agrícolas (Sims *et al.*, 1994).

El impacto ambiental del transporte de nutrientes es reducido y a menudo eliminado, manejando la eficiencia de los nutrientes, y utilizando técnicas de conservación de suelos y agua específicas, de modo de minimizar también las pérdidas hacia las napas freáticas (Roberts, 1996).

Las pérdidas de fósforo particular son entonces controladas con prácticas que impidan la erosión, pero existe también transporte de fósforo disuelto, que es más difícil de prevenir. Los procesos que proveen fosfato disuelto al agua de escorrentía incluyen desorción de fósforo de partículas del suelo, liberación a partir de fertilizantes, liberación biológica o física a partir de humus, residuos vegetales y abonos (Yli-Halla *et al.*, 1995).

Existen estudios que demuestran que el fosfato disuelto depende del contenido de P-Bray y del manejo (Sharpley, 1995) y en los últimos tiempos se ha llamado la atención sobre el rol de las prácticas de conservación en la lixiviación de nutrientes.

La siembra directa podría propender a la solubilización de nutrientes como el fósforo por las condiciones de pH y acumulación de materiales orgánicos que favorece. Además afecta el movimiento de agua dentro del perfil pudiendo producirse un flujo by-pass mediante el cual pueden difundir agroquímicos y nutrientes a través de macroporos (Sims *et al.*, 1994).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el fósforo soluble en suelos bien provistos en este

nutrimento, provenientes de un cultivo de maíz con antecesores soja y maíz, y comparar su evolución con dos sistemas de labranza: convencional y siembra directa.

MATERIALES Y METODOS

Se realizó un ensayo a campo en la EEA INTA Marcos Juárez, provincia de Córdoba, sobre un Argiudol típico Serie Marcos Juárez, de textura superficial franco-limosa.

El diseño experimental fue en bloques completamente aleatorizados con tres repeticiones, en parcelas de 8 x 15 m, en un cultivo de maíz (*Zea mays* L.) con dos sistemas de labranza:

- a) labranza convencional: arado de reja y vertedera, rastra de discos y sembradora convencional.
- b) siembra directa: sembradora especial con cincel abresurcos.

El ensayo se realizó en dos lotes uniformes que venían de dos rotaciones distintas: soja/maíz y maíz/maíz durante 18 años. Los suelos no fueron sometidos a riego ni a fertilización, y se considera que no existió escurrimiento superficial en ellos. Se obtuvieron muestras superficiales (0-10 cm) compuestas de 10 submuestras en cada una de las situaciones. Las muestras de suelo se extrajeron durante dos momentos del ciclo del cultivo: a la siembra y a la cosecha.

En este estudio las muestras de suelo fueron analizadas según la técnica de Indiaty y Sharpley (1995), mediante sucesivas diluciones en agua, decantación y filtración, determinándose el fósforo en solución con la colorimetría de Murphy y Riley (Jackson, 1970).

Se efectuó un análisis de varianza y test de Tukey con los datos obtenidos, utilizando el paquete estadístico Statistix 4.0.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los valores de fósforo en el suelo del ensayo resultaron altos, oscilando alrededor de 50 ppm, debido a riqueza del material original de la zona.

El establecimiento de un límite superior de fósforo en suelos que no produzca daños ambientales es un aspecto discutido, pero algunos autores consideran que se alcanza con el doble del valor crítico para un cultivo (Sims, 1997), por lo que en estos suelos se estaría en un nivel peligroso.

Los resultados pueden visualizarse en la Figura 1. La rotación maíz/maíz (m/m) presentó en todos los casos valores significativamente superiores ($p < 0,01$) a los de la rotación maíz/soja (m/s).

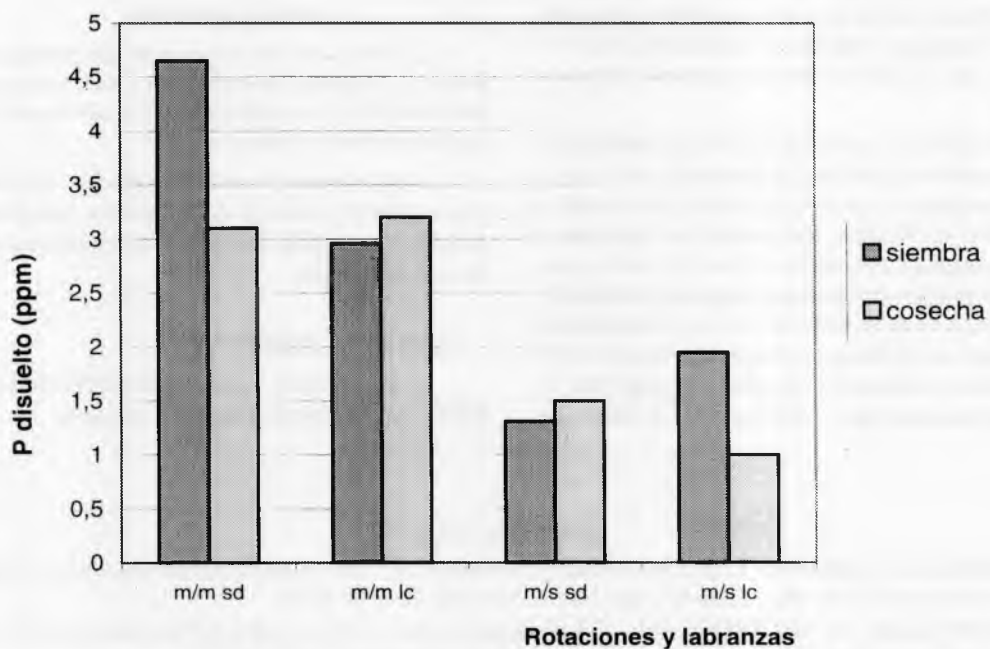


Figura 1. Valores medios de P disuelto.

Esto puede deberse al gran efecto de la mayor masa de rastrojos dejada por el cultivo de maíz, con restos carbonados que pueden producir liberación de fosfatos por mineralización.

En la rotación maíz/maíz, el momento de muestreo influyó en el caso de siembra directa, resultando los valores de fósforo disuelto obtenidos a la siembra significativamente mayores ($p < 0,01$) que los obtenidos al momento de la cosecha. Esto puede deberse a las altas temperaturas del verano, que favorecerían la descomposición del rastrojo en superficie, incorporándose el fosfato a formas más estables, probablemente orgánicas.

Para la rotación maíz-soja las diferencias en el momento de muestreo no resultaron estadísticamente significativas.

La siembra directa (sd) presentó incrementos significativos ($p < 0,05$) en los valores de fósforo con respecto a la labranza convencional (lc) en dos

situaciones: a la siembra en el caso de la rotación maíz/maíz, y a la cosecha en el caso de la rotación maíz/soja. En las demás situaciones no hubo diferencias estadísticamente significativas.

Esto coincide con experiencias realizadas a campo con trigo, en las que el P soluble resultó mayor en condiciones de siembra directa que para labranza convencional (Sharpley y Smith, 1990). Igual tendencia fue observada por Mc Isaac *et al* (1995) en ensayos con simuladores de lluvia en cultivo de maíz y soja.

Sharpley *et al* (1993) alertaron sobre el hecho que las concentraciones de P disuelto provenientes de labranzas conservacionistas, excedieron en los casos estudiados los valores críticos asociados con una eutrofización acelerada (0,01 a 0,05 ppm).

Los insumos crecientes de fertilización, comunes en los sistemas de siembra directa, operan creando una sobrecarga de P en sistemas agrícolas, lo que

puede influir en la contaminación no puntual de origen agrícola. En países con una gran conciencia ambiental, como Noruega, existen impuestos de hasta un 150% del precio del fósforo, que representan una expensa grande para los agricultores, pero ayudan a crear una conciencia ambiental acerca del peligro de los excesos de este nutriente (Johnsen, 1990).

Por tanto, el aumento de formas solubles de fósforo producido en las condiciones de este ensayo, debe focalizarse con atención, sobre todo debido al alto nivel de fosfatos extractables que presenta el suelo estudiado. Las prácticas conservacionistas son muy aceptables desde el punto de vista ambiental, pero deben ser acompañadas con la implementación de planes de fertilización prudente y monitoreo de nutrientes que aseguren un adecuado equilibrio en los agroecosistemas. Una excesiva fertilización

fosforada en estos suelos, implica además un perjuicio económico, por las posibles pérdidas de este ion por disolución y lixiviación.

CONCLUSIONES

La simulación de escorrentía propuesta por Indiaty y Sharpley es una técnica adecuada para evaluar diferencias en el fósforo disuelto en distintas situaciones de manejo.

Las rotaciones y los sistemas de labranza influyeron sobre los niveles de P disuelto, que puede constituir una fuente no puntual de contaminación de origen agrícola.

AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Marelli y personal del INTA Marcos Juárez, por la conducción de los ensayos.

BIBLIOGRAFÍA

- HEREDIA O., L. GIUFFRÉ, L. BERASATEGUI y C. PASCALE. 1996. Fósforo extraíble e índices de sorción : posibles usos ambientales en suelos argentinos. *Ciencia del Suelo* 14: 50-52.
- INDIATI R. and A.N. SHARPLEY. 1995. Soil phosphate sorption and simulated runoff parameters as affected by fertilizer addition and soil properties. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 26:2319-2331.
- JACKSON M.L. 1970. Análisis químico del suelo. Ed. Omega, Barcelona 662 pp.
- JOHNSEN F.H. 1990. Economic analysis of measures to counteract P runoff from non point agricultural sources. *Norsk Land* 7: 118 pp.
- Mc ISAAC G.F., J.K. MITCHELL J.K. and M.C. HIRSCHI. 1995. Dissolved phosphorus concentrations in runoff from simulated rainfall on corn and soybean tillage systems. *J Soil and Water Cons.* 50: 383-387.
- ROBERTS T.L. 1996. Fertilizantes y su impacto en el medio ambiente. Fertilización en cultivos extensivos y forrajeras. C. Prof. Ing Agr-Soc. Rural Argentina: 199-215.
- SHARPLEY A.N. 1995. Dependence of runoff phosphorus on extractable soil phosphorus. *J. Environ. Quality* 24:920-926.
- SHARPLEY A.N. and S.J. SMITH. 1990. Phosphorus transport in agricultural runoff : the role of soil erosion. In : Soil Erosion on Agricultural Land. Boarman J., Foster D.L. y J.A. Dearing Editors. pp 351-366.
- SHARPLEY A.N., T.C. DANIEL and D.R. EDWARDS. 1993. Phosphorus movement in the landscape. *J. Prod. Agric.* 6:492-500.
- SIMS G.K., D. BUHLER and R.E. TURCO. 1994. Residue management impact on the environment. In: Managing agriculture residues. P. Unger Editor. pp 77-97.
- SIMS J.T. 1997. P soil testing: innovations for water quality protection. *Proceedings of International Soil and Plant Analysis Symposium*, Minneapolis, pp 47-63.
- YLI-HALLA M., H. HARTIKAINEN and P. EKHOLM. 1995. Assesment of soluble phosphorus load in surface runoff by soil analyses. *Agric. Ecosys. and Environment* 56:53-62.