

# RESIDUALIDAD DEL FÓSFORO Y DEL AZUFRE

## ESTRATEGIA DE FERTILIZACIÓN EN UNA SECUENCIA DE CULTIVOS

Hugo S. Vivas<sup>1</sup>, R. Albrecht<sup>1</sup>, J. L. Hotián<sup>2</sup> y L. Gastaldi<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> INTA EEA Rafaela, <sup>2</sup> Cooperativa Bernardo de Irigoyen.

hvivas@rafaela.inta.gov.ar

### Introducción

Las propiedades residuales del fósforo (P) y del azufre (S) fueron demostradas en varias oportunidades por investigaciones realizadas en suelos del centro de la provincia de Santa Fe (Vivas, 1996; Martínez y Cordone, 1998; Albrecht et al., 2000; Vivas et al., 2001; Vivas, 2003; Fontanetto et al., 2003). De igual modo y principalmente para P, otros investigadores de la región pampeana y del mundo encontraron similares características residuales (Barrow, 1980; Berardo y Grattone, 2000).

La proyección de los beneficios nutritivos y económicos de dichos elementos para más de un cultivo posiciona a los mismos como una herramienta adecuada para su utilización en una secuencia o rotación. Kamprath (1967) demostró esta propiedad con el P, donde luego de fertilizar con una cantidad considerable de este nutriente, obtuvo buenos rendimientos en maíz durante varias cosechas. Con el S, por su gran movilidad, las posibilidades residuales podrían ser limitadas en suelos arenosos, en cambio en los franco limosos como los del centro de Santa Fe su comportamiento demostró ser efectivo como residual en varias cosechas (Vivas et al., 2001). Aunque las referencias bibliográficas catalogan como deficientes o marginales a valores de  $S-SO_4^{2-}$  inferiores a 10 ppm (Hoeft et al., 1973), hasta el presente no existe una técnica analítica confiable para diagnosticar su deficiencia para los cultivos.

Como la finalidad de cualquier proceso agronómico es conciliar la producción física con la sustentabilidad del recurso natural y el ambiente, no solo es importante conocer las deficiencias de los nutrientes necesarios para aumentar los rendimientos de los cultivos, sino también su correcta utilización en cantidad y forma. En la búsqueda de la sustentabilidad de los recursos naturales y el ambiente, una alternativa al monocultivo de soja la constituye la implementación de secuencias que incluyan gramíneas y leguminosas por los aportes de carbono a la materia orgánica del suelo, además de tecnologías como la siembra directa con rastrojos en superficie y la fertilización estratégica que permita alcanzar los rendimientos propuestos y mantener la capacidad productiva de los suelos.

El objeto del presente trabajo consistió en evaluar los efectos directos y residuales de diferentes dosis de P y S en la producción de cultivos de una secuencia como estrategia de fertilización cada dos cosechas.

### Materiales y métodos

La rotación utilizada fue trigo/soja-maíz-soja en la localidad de Bernardo de Irigoyen y sobre un suelo serie Clason con más de 50 años de agricultura continua. Como en la investigación el N no constituyó una variable, el mismo fue aplicado con dosis de suficiencia tanto en trigo como en maíz. Para el P se contemplaron tres situaciones: un testigo (P0), una dosis intermedia (P20) y una para cubrir la extracción de dos cultivos (P40). Con el S, la variante de dosis también contempló cantidades menores pensando en las gramíneas y superiores para los requerimientos de la soja. Tanto el P como el S se aplicaron en dos oportunidades: en el trigo y en el maíz para tener beneficios residuales, en la soja de 2° y la soja de 1°, respectivamente. Para el doble cultivo trigo/soja se consideró el criterio propuesto por García et al. (2001) en cuanto al suministro de nutrientes para más de una cosecha, tal como ha sido demostrado por Salvagiotti et al. (2005).

Los tratamientos resultaron de una combinación factorial de P (0, 20 y 40 kg/ha) y de S (0, 12, 24 y 36 kg/ha) en un diseño de parcelas divididas en bloques completos al azar con cuatro repeticiones. El tratamiento de P constituyó la parcela principal y el de S las subparcelas. La unidad experimental fue de 4,2 x 12 m. El P se aplicó bajo la forma de superfosfato triple de calcio (P= 20%) y el S como yeso (S= 18%). En trigo y en maíz se utilizaron 60 y 100 kg/ha de N como urea (N= 46%), respectivamente.

El contenido inicial de P extractable en la capa superficial (0-20 cm) fue de 6 ppm, materia orgánica de 2,6%,  $N-NO_3^-$  de 7 ppm,  $S-SO_4^{2-}$  de 6 ppm y pH de 6. El fertilizante con P se incorporó con la sembradora, mientras que el N y el S se distribuyeron al voleo al momento de la siembra.

La variedad de trigo utilizada fue Klein Chajá que se sembró el 26-6-2003 y se cosechó el 21-11-2003. La soja de segunda fue RA 500 que se sembró el 21-11-2003 y se cosechó el 26-4-2004. Luego de evaluar la producción de trigo y soja de 2° se realizó un análisis del suelo superficial (0-20 cm) para determinar el P extractable residual.

Antes de instalar el tercer cultivo de la secuencia (maíz) se aplicaron nuevamente los tratamientos con P y S con el propósito de satisfacer de nutrientes al maíz y a la soja de 1°. El maíz utilizado fue Rusticana 201 sembrado el 5-9-2004 y cosechado el 15-2-2005. La soja de 1° fue RA 418 sembrada el 10-11-2005

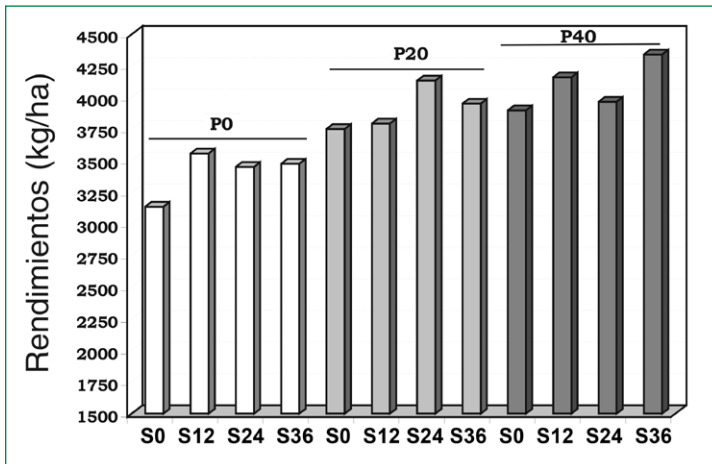
y cosechada el 7-4-2006. Posterior a la cosecha del maíz y de la soja se evaluó el contenido superficial (0-20 cm) del P residual,  $S-SO_4^{2-}$  y materia orgánica. Los resultados de rendimientos fueron analizados mediante análisis de la variancia y de regresión (al 5% de significancia).

Finalizada la secuencia se calculó el margen bruto (producción \* precio de venta – costos directos) de la producción física acumulada para todos los tratamientos y cultivos. Se utilizaron los precios de insumos y productos correspondientes a setiembre de 2006.

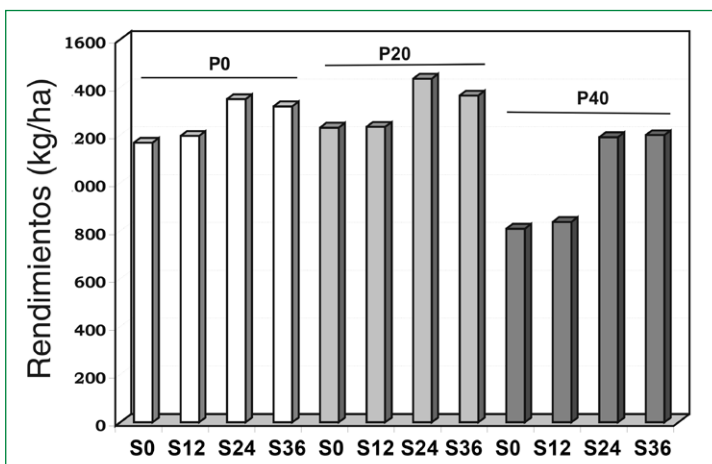
## Resultados

### Producción de Trigo

Las precipitaciones durante marzo (102 mm), abril y mayo de 2003 fueron importantes, por lo que se logró una buena recarga de agua en el perfil de sue-



**Figura 1.** Producción de trigo con diferentes niveles de P y S dentro de la secuencia Tr/Sj-Mz1°-Sj1°. Unidad Demostrativa Agrícola Bernardo de Irigoyen, 2003.



**Figura 2.** Producción de Soja de 2° con dosis residuales de P y S aplicados al trigo dentro de la secuencia Tr/Sj-Mz1°-Sj1°. Unidad Demostrativa Agrícola Bernardo de Irigoyen, 2004.

lo, aspecto relevante en trigo (Villar, 2000). De igual modo las ocurridas durante el período vegetativo, particularmente en julio y agosto, que normalmente son meses deficientes. La etapa de encañazón y floración del trigo ocurrió en óptimas condiciones de humedad. En octubre, la precipitación fue moderada y, en consecuencia, la incidencia de enfermedades foliares fue baja.

La producción de trigo osciló entre 3137 kg/ha para el tratamiento testigo absoluto y 4340 kg/ha para el tratamiento P40S36, con un promedio del ensayo de 3801 kg/ha y un rango de 1203 kg/ha (Fig. 1). El coeficiente de variación fue 6,6%. Las diferencias productivas encontradas entre tratamientos no son frecuentes en trigo pero se debieron a la confluencia de altos niveles de fertilización y condiciones ambientales muy favorables tanto para la fase vegetativa como para el llenado del grano.

La interacción PxS no fue significativa ( $P > 0,05$ ). El P y el S tuvieron un efecto positivo sobre la producción ( $P < 0,05$ ). Los promedios de rendimiento fueron: 3405, 3907 y 4091 kg/ha para las dosis P0, P20 y P40 kg/ha, respectivamente, con incrementos de 502 kg/ha para P20 y 686 kg/ha para P40 por sobre el testigo P0. Los aumentos con S12, S24 y S36, respecto de S0, fueron 242 kg, 255 kg y 327 kg/ha, respectivamente.

### Producción de Soja de 2°

La soja de 2° se caracterizó por tener una deficiencia hídrica extrema que alteró la expresión de los rendimientos y la respuesta a los fertilizantes. Para noviembre, diciembre (2003), enero, febrero y marzo (2004), las precipitaciones fueron de 38, 85, 85, 30 y 82 mm, respectivamente. En abril se recibió una precipitación importante (165 mm), pero no incidió sobre la producción final.

En los tratamientos donde la producción de trigo fue mayor, se obtuvieron los menores rendimientos de soja y viceversa (Fig. 2). Los beneficios residuales, que generalmente son altos en la soja de 2° (Vivas et al., 2001), no se expresaron en esta ocasión debido al marcado déficit hídrico. El rendimiento medio del ensayo fue de 1196 kg/ha y el coeficiente de variación de 20,3%.

La interacción PxS no fue significativa ( $P > 0,05$ ). Tampoco lo fue el factor P ( $P > 0,05$ ). Las diferencias producidas por el S fueron significativas ( $P < 0,05$ ) y a di-

ferencia del P las dosis mayores tuvieron rendimientos más altos: 1070, 1090, 1327 y 1296 kg/ha, para S0, S12, S24 y S36, respectivamente.

En la Figura 3 se aprecia el contenido de P extractable en el suelo superficial (0-20 cm) posterior al doble cultivo trigo/soja. Para el nivel P0, el valor medio fue 11,9 ppm, para P20 de 13,4 ppm y para P40 de 16,5 ppm. Si consideramos a 15 ppm como nivel deseable para una secuencia trigo/soja (Hanway y Olson, 1980; Echeverría y García, 1998), el único tratamiento con suficiencia fue el de P40.

En el nivel P0 y a través de los niveles de S, el P extractable tendió a disminuir y se explicaría porque, con S, el trigo y la soja tuvieron mayor producción y, en consecuencia, mayor consumo del P nativo. Con P20, la tendencia fue aumentar los niveles de P extractable con los niveles de S, en cambio con P40 dicho nivel aumentó con S12 pero luego disminuyó con S24 y S36.

### Producción de Maíz de 1º

Previo a la siembra del maíz se realizó la segunda fertilización con P y S de la secuencia, con los mismos tratamientos iniciales. El período crítico (noviembre y diciembre) fue bien cubierto en la distribución de agua. Se encontraron respuestas significativas entre los tratamientos ( $P < 0,05$ ), con un coeficiente de variación de 7,8% y un  $R^2 = 0,83$  (Fig. 4). Con el nivel P0+P0, los incrementos de rendimiento con S fueron importantes pero con una tendencia cuadrática, mientras que con P40+P40 la tendencia sería lineal. Con P20+P20, la respuesta a S fue errática.

Fue notable la manifestación del S que logró producir aumentos de rendimientos aún con niveles muy bajos de P. Luego de la cosecha del maíz de primera, el P extractable en la capa superficial (0-20 cm) para todos los tratamientos se puede observar en la Figura 5. Los niveles de P Bray se relacionaron directamente con las dosis de P aplicadas. Para P40+P40, las dosis menores de S presentaron mayores niveles de P Bray, probablemente por la menor extracción de P en granos de esos tratamientos con respecto a las dosis mayores de S.

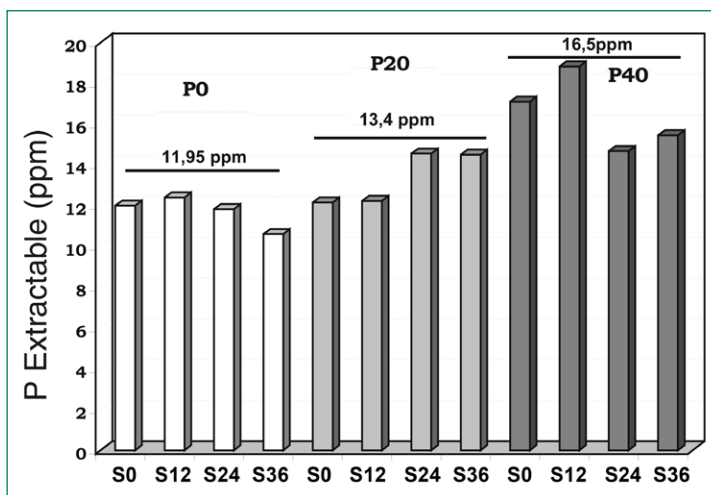


Figura 3. Fósforo extractable (0-20 cm) luego de producir trigo y soja en una rotación. Unidad Demostrativa Agrícola Bernardo de Irigoyen, 2004.

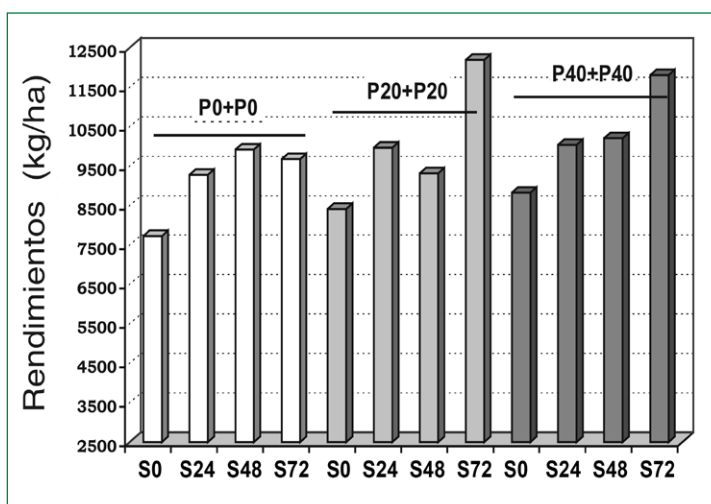


Figura 4. Variación de la producción de maíz por la fertilización combinada de P y S. Unidad Demostrativa Agrícola Bernardo de Irigoyen, 2005.

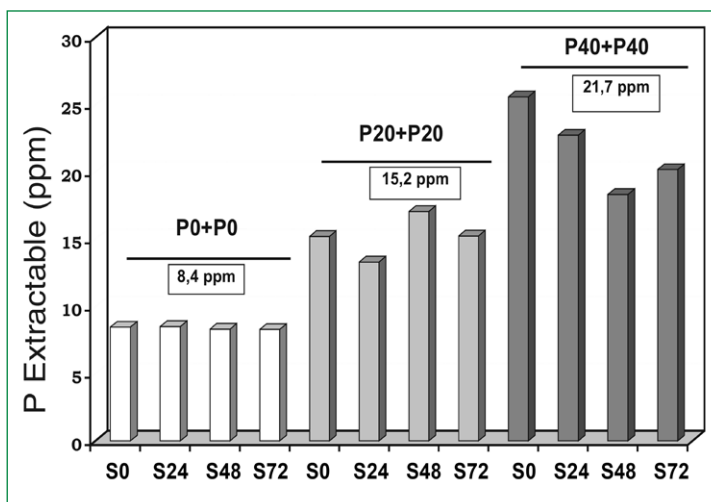


Figura 5. Contenido de P extractable luego de la cosecha de maíz. Unidad Demostrativa Agrícola Bernardo de Irigoyen, 2005.

## Producción de Soja de 1°

Se registro una fuerte deficiencia hídrica en Diciembre que afecto los rendimientos de soja. La interacción P x S no fue significativa ( $P < 0,05$ ). Se observaron diferencias para el factor S ( $P < 0,05$ ) pero no para el factor P ( $P > 0,05$ ). El rendimiento promedio de la experiencia fue de 2915 kg/ha, con un  $R^2 = 0,61$  y un coeficiente de variación = 10,6%.

En la Figura 6 se puede apreciar que los rendimientos para los niveles P0+P0, P20+P20 y P40+P40 (2928, 2909 y 2908 kg/ha, respectivamente) fueron muy similares entre si. Estos rendimientos no se relacionaron con los datos iniciales de P extractable que se observan en la Figura 5, quizás por el estrés hídrico que soportó el cultivo particularmente durante el mes de enero.

Las diferencias por la aplicación de S fueron significativas ( $P < 0,05$ ) pero básicamente con diferencias

entre el testigo y los otros niveles de S.

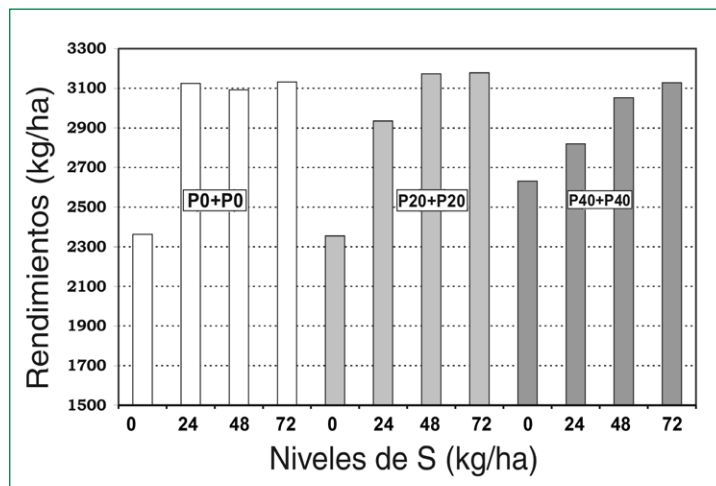
Como la interacción P x S no fue significativa, se realizó un análisis conjunto de los niveles de S para todo el ensayo, independientemente del factor P. En la Figura 7 se puede apreciar la variación de los rendimientos de soja en función de los niveles del S residual. La expresión fue: Rendimiento (kg/ha) =  $2462,7 + 23,95 S - 0,203 S^2$ ;  $R^2 = 0,44$  alcanzando un máximo de producción de soja con 58,87 kg/ha de S y un rendimiento de 3168 kg/ha de soja.

El análisis de suelo al finalizar la secuencia mostró que la única estrategia de fertilización fosfatada capaz de mantener los niveles de P extractable por sobre el nivel deseable de 15 ppm, fue la correspondiente a la doble aplicación de P40+P40 (Fig. 8). Por lo tanto, la misma, en conjunto con las dosis de S, podrían constituir una adecuada estrategia de fertilización para mantener la fertilidad y productividad de los suelos de la región central de Santa Fe cuando se fertilizan 2 cultivos partiendo de niveles de P Bray de 6 ppm y con estos rendimientos.

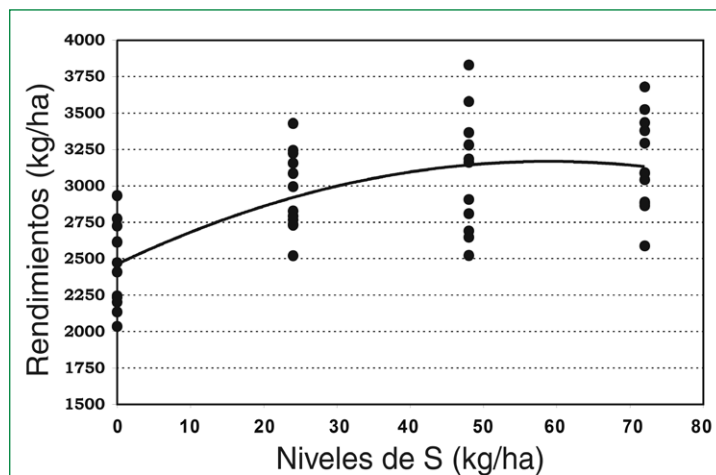
El efecto del P fue significativo ( $P < 0,05$ ) y lineal, de la forma: P extractable (ppm) =  $6,86 + 0,258 P$   $R^2 = 0,71$ . El P Bray aumento 0.26 ppm por kg de P aplicado o, de manera equivalente, se necesita aplicar 3.9 kg de P para aumentar el nivel de P Bray en 1 ppm. En función de la importancia de esta relación, se calculó la extracción de P por el grano de los cuatro cultivos utilizando los índices de cosecha descritos por Echeverría y Sainz Rozas (2005), Gutiérrez Boem y Scheiner (2005) y García y Berardo (2005). El balance de P para todos los tratamientos se puede apreciar en la Figura 9.

Donde nunca se fertilizó con fósforo (P0+P0), la exportación del nutriente con el grano varió entre 58,3 y 72 kg/ha, extraído en su totalidad del suelo (balance negativo). Cuando la fertilización se realizó con la dosis intermedia (P20+P20), el balance osciló entre -22,9 y -41 kg/ha, con un aporte del fertilizante y una gran proporción extraída del suelo (balance negativo). En cambio, cuando se realizó la fertilización máxima (P40+P40), la totalidad de los tratamientos fueron satisfechos por el fertilizante aplicado, aportando al suelo entre 16,4 y 0,2 kg/ha (balance positivo).

Debido a que el tratamiento P40+P40 satisfizo la extracción de las cosechas (Fig. 9) y el residuo de P extractable del suelo superó los 15 ppm (Fig. 8) se podría definir al sistema como altamente sustentable. En cambio, los tratamientos restantes (P0+P0



**Figura 6.** Rendimientos de soja de 1°, variedad RA 418. Efectos residuales de la fertilización con P y S. Unidad Demostrativa Agrícola Bernardo de Irigoyen, 2006.



**Figura 7.** Rendimientos de soja RA 418 en función de los niveles de S residual. Unidad Demostrativa Agrícola Bernardo de Irigoyen, 2006.

y P20+P20), con extracción del grano superior a los aportes por fertilizante y con niveles de P extractable residual inferior a 15 ppm, se podrían considerar como no deseables.

El análisis estadístico de materia orgánica (MO) y del azufre de sulfatos (S-sulfatos) del suelo indicó que no existieron diferencias significativas entre tratamientos ( $P > 0,05$ ). La MO promedió 2,5% y el S-sulfatos 5,2 ppm.

### Margen Bruto

El margen bruto acumulado para los 4 cultivos fue notablemente afectado por los rendimientos decrecientes de la soja de segunda 2003-04, donde la producción fue inversamente proporcional a la magnitud de la fertilización PxS (Fig. 2).

En promedio, el margen bruto para P0+P0, P20+P20 y P40+P40 y sus combinaciones con S fueron de 2185, 2217 y 1993 \$/ha (Fig. 10). El beneficio económico de haber utilizado S significó un aumento de 47%, 39% y 36% en las dosis de P0+P0, P20+P20 y P40+P40, respectivamente. En este punto caben destacar los aumentos debido a la fertilización azufrada, particularmente donde no se efectuó la aplicación de fósforo (P0+P0).

De la Figura 10 surgen varios márgenes factibles de ser utilizados en la combinación de fertilización PxS, pero es fundamental relacionar el beneficio económico con la condición del P extractable del suelo al finalizar la secuencia (Fig. 8) y con la exportación y balance del nutriente (Fig. 9). Al respecto se observó que con P0+P0, aunque los márgenes fueron destacables, el P extractable se mantuvo en 7,5 ppm y la totalidad del P extraído por el grano de los cultivos fue aportado por el suelo. Aunque con mayores aportes por el fertilizante y niveles de P residual de 10,2 ppm, similar consideración le cabe a la dosis P20+P20.

La dosis P40+P40 y sus combinaciones de S fue la única que permitió un residuo de P extractable superior a 15 ppm, además de un margen bruto positivo y el sistema balanceado desde la perspectiva de los aportes de P. Por lo tanto, y desde un punto de vista sustentable, todas las alternativas P40+P40xS son promisorias, principalmente P40+P40-S72. Las combinaciones con P0+P0 y P20+P20 produjeron beneficios económicos pero no son deseables o sustentables porque no satisficieron los requerimientos de P para un sistema de agricultura continua.

### Consideraciones Generales

- En general, el P y el S tuvieron respuestas directas y residuales en todos los cultivos de la secuencia, con excepción en la soja de segunda después de trigo y en la soja de 1° en relación con P, por deficiencias hídricas durante el ciclo.
- Los resultados demostraron la importancia de las precipitaciones bajo condiciones de secano y, en particular, durante el eslabón trigo-soja.
- Las dosis de S incrementaron la producción de las cuatro cosechas, aún con niveles muy bajos de P extractable en el suelo (P0+P0).
- Los niveles de P extractable, luego del doble cultivo trigo-soja, demostraron la necesidad de volver a suplir con este nutriente a los próximos cultivos de la secuencia (maíz-soja) con las dosis usadas de hasta P40+P40.

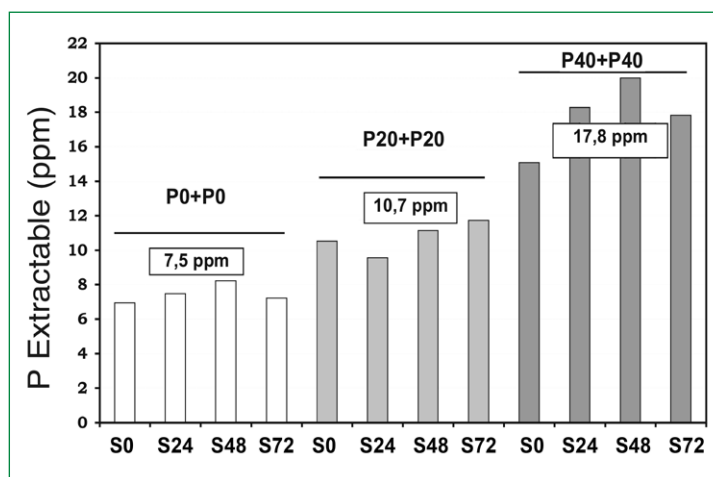


Figura 8. Contenido de P extractable (0-20 cm) al finalizar la secuencia trigo/soja-maíz-soja. Unidad Demostrativa Agrícola Bernardo de Irigoyen, 2003-2006.

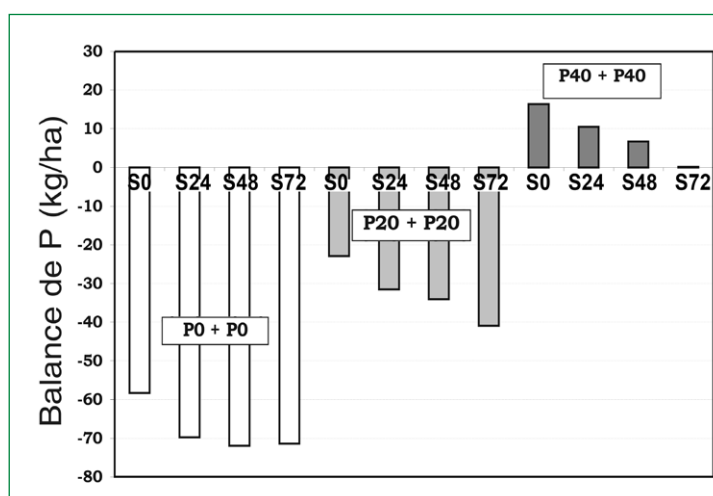


Figura 9. Balance de P por el grano de cuatro cosechas, trigo/soja-maíz-soja, fertilizadas con P y S. Unidad Demostrativa Agrícola Bernardo de Irigoyen, 2003-2006.

- Los niveles residuales del P extractable del suelo posterior a la cosecha de maíz no se asociaron con el efecto del mismo factor en los rendimientos de la soja, posiblemente por las deficiencias hídricas y ambientales durante el mes de enero.
- Los rendimientos de la soja de 1º, en cambio, se relacionaron favorablemente con el azufre residual proveniente de la fertilización en el cultivo de maíz.
- Luego de las cuatro cosechas, el mayor contenido de P residual del suelo correspondió a la dosis P40+P40. No se encontraron diferencias en el contenido de materia orgánica y en el azufre de sulfatos.
- La fertilización y refertilización con P40+P40, en conjunto con los niveles de S, fueron los únicos tratamientos que posibilitaron un residuo de P superior a 15 ppm, obtuvieron importantes beneficios económicos y proveyeron en forma adecuada los requerimientos nutricionales de la producción, aspecto fundamental para la sustentabilidad de un sistema bajo agricultura continua.
- La fertilización cada dos cosechas demostró ser eficiente para satisfacer los requerimientos de P y S de los cultivos.

## Referencias

- Albrecht R., H.S. Vivas y H. Fontanetto.** 2000. Residualidad del fósforo y del azufre en soja sobre dos secuencias de cultivos. Campaña 1999/2000. INTA, Estación Experimental Agropecuaria Rafaela; Centro Regional Santa Fe. Publicación Miscelánea N° 93, N° 6 : 1-5.
- Barrow N.** 1980. Evaluation and utilization of residual phosphorus in soils. p. 333-355. In: Khasawneh, F., E. Sample y E. Kamprath (eds.). The Role of Phosphorus in Agriculture. ASA-CSSA-SSSA. Madison, WI.
- Berardo A y F. D. Grattone.** 2000. Fertilización fosfatada requerida para alcanzar niveles objetivos de P-Bray en un argiudol. Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo,

17, Mar del Plata, 11-14 abril de 2000. AACCS. Mar del Plata, Buenos Aires.

**Echeverría H.E. y F. García.** 1998. Guía para la fertilización fosfatada de trigo, maíz, girasol y soja. Boletín técnico 149, INTA, EEA Balcarce.

**Echeverría H. y H. Sainz Rozas.** 2005. Maíz. p 255-282. En: Echeverría, H. E. y F. O. García (eds). Fertilidad de Suelos y Fertilización de Cultivos. Ediciones INTA.

**Fontanetto H., H.S. Vivas, R. Albrecht y J. Hotian.** 2003. La Fertilización con N, P y S y su residualidad en una secuencia agrícola de la región central de Santa Fe. Efecto sobre el rendimiento de granos. INPOFOS Cono Sur. Instituto de la Potasa y el Fósforo. Simposio: El Fósforo en la Agricultura: 91-92.

**García F.O. y A. Berardo.** 2005. Trigo. p 233-253. En: Echeverría, H. E. y F. O. García (eds). Fertilidad de Suelos y Fertilización de Cultivos. Ediciones INTA.

**García F.O., H. Fontanetto y H. Vivas.** 2001. La fertilización del doble cultivo trigo-soja. Informaciones Agronómicas. INPOFOS. 10: 14-17.

**Gutiérrez Boem F. y J. D. Scheiner.** 2005. Soja. p 283-300. En: Echeverría, H. E. y F. O. García (eds). Fertilidad de Suelos y Fertilización de Cultivos. Ediciones INTA.

**Hanway J.J. y R. A. Olson.** 1980. Phosphate nutrition of corn, sorghum, soybeans, and small grains. p. 681-692. In: Khasawneh, F., E. Sample y E. Kamprath (eds.). The Role of Phosphorus in Agriculture. ASA-CSSA-SSSA. Madison, WI.

**Hoefl R.G., L.M. Walsh y D.R. Keeney.** 1973. Evaluation of various extractants for available soil sulfur. Soil Sci. Soc. Am., Proc. 37:401-404.

**Kamprath E.J.** 1967. Residual effect of large applications of phosphorus on high phosphorus fixing soils. Agron. J. 59:25-27.

**Martínez F. y G. Cordone.** 1998. Resultados de ensayos de fertilización azufrada en soja. Para mejorar la producción. INTA Oliveros.

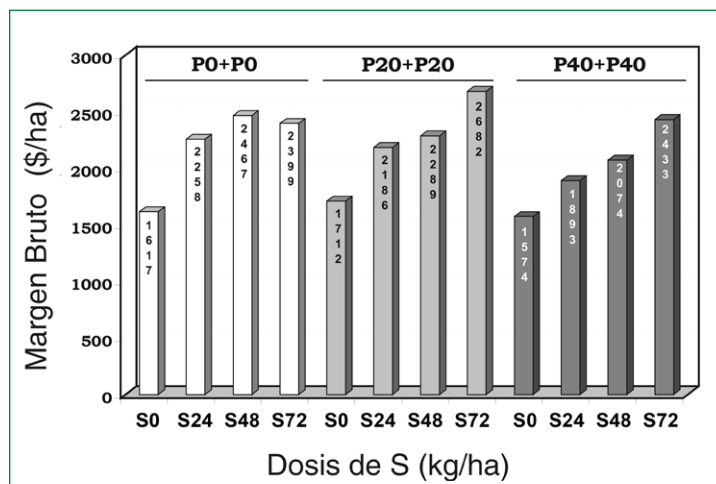
**Salvagiotti F., G. Gerster, S. Bacigaluppo, J. Castellarín, C. Galarza, N. González, V. Gudelj, O. Novello, H. Pedrol, y P. Vallone.** 2005. Efectos residuales y directos de fósforo y azufre en el rendimiento de soja de segunda. Ciencia del Suelo 22(2):92-101.

**Villar J.** 2000. Economía del agua en el cultivo de trigo. Información Técnica de Trigo. Campaña 2000. INTA EEA Rafaela. Publicación Miscelánea N° 92.

**Vivas H.S.** 1996. Corrección del fósforo edáfico en una rotación agrícola del centro-este de la provincia de Santa Fe. II. Residualidad del fósforo en la producción de soja. Campaña 1995/96. INTA, EEA Rafaela. Información Técnica N° 202. 6 pp. Publicación Miscelánea N° 80.

**Vivas H.S., H. Fontanetto, R. Albrecht, M.A. Vega y J.L. Hotian.** 2001. Fertilización con P y S en el doble cultivo trigo-soja. Residualidad en soja. Respuesta física y económica. Información Técnica de Cultivos de Verano. Campaña 2001. INTA EEA Rafaela. Publicación Miscelánea N° 95. Anuario 2001 de la EEA Rafaela.

**Vivas H.S.** 2003. Fertilizando el Suelo: Residualidad de los fertilizantes en rotaciones de cultivos y pasturas. INTA, Estación Experimental Agropecuaria Rafaela. XI Congreso de AAPRESID, "Simposio de Fertilidad y Fertilización en Siembra Directa". Bolsa de Comercio de Rosario. 26 al 29 de agosto de 2003. ◀



**Figura 10.** Margen bruto para la secuencia trigo/soja-maíz-soja con fertilización de P y S en el trigo y el maíz y sus efectos residuales en la leguminosa. Unidad Demostrativa Agrícola Bernardo de Irigoyen, 2003-2006.