

## FÓSFORO Y AZUFRE EN LA PRODUCCIÓN DE SOJA SOBRE UN SUELO DEL DEPARTAMENTO SAN JUSTO, SANTA FE. 2004-05.

Vivas, H.S.

Profesional del Area de Investigación en Producción Vegetal del INTA EEA Rafaela

### Introducción

En la producción de soja, como para la mayoría de los cultivos, intervienen 16 nutrimentos. Los esenciales son el hidrógeno (H), el oxígeno (O) y el carbono (C) cuyas fuentes son el agua y el aire. Los restantes se dividen en primarios, entre los que se encuentra el fósforo (P), secundarios como el azufre (S) y los micronutrientes.

La deficiencia generalizada de P en suelos del Departamento San Justo fue ampliamente detallada por Hein et al, (1981), observada en numerosos campos de productores de soja y evaluada posteriormente en dicho cultivo por Vivas (1996).

La soja tiene particular necesidad de P en el estado de plántula por su limitada extensión radicular y por su influencia en la nodulación (González et al, 1990). Posteriormente, la máxima tasa de absorción se ubica entre R2 y R6. En estados fenológicos posteriores no es relevante.

Aunque la mayoría de los productores en el Departamento San Justo fertilizan la soja con P, lo hacen en cantidades muy inferiores a las necesarias para mantener estable dicho parámetro en el suelo. Por lo tanto, a través de los años existe una lenta pero sostenida degradación de este nutrimento.

El P extractable del suelo para un sistema de producción agrícola debería situarse por sobre los 15 ppm. Para soja, Melgar et al, (1995), a

través de 65 ensayos en la región pampeana determinaron alta respuesta a la fertilización con menos de 9 ppm de P, media entre 9-14 ppm y baja con valores superiores. Por lo tanto el análisis del suelo es una buena referencia para decidir la fertilización del cultivo.

Respecto al S su necesidad en la región pampeana fue observada primeramente por Martínez y Cordone, (1998) y posteriormente por Albrecht et al, (2000), García et al, (2001), Vivas et al, (2001); Vivas et al, (2002), Fontanetto y Bizet (2002), entre otros. En el Departamento San Justo la deficiencia de S quedó documentada durante la campaña 2002-03 por Vivas y Fontanetto (2004).

Aunque Kamprath y Jones (1986) reportan que la deficiencia de S se relaciona con pobres contenidos de materia orgánica del suelo, existen datos en el centro de Santa Fe donde a igual contenido de materia orgánica se encontraron respuestas diferentes a la fertilización con S (datos no publicados). En consecuencia, es un tema que todavía no tiene una referencia para el diagnóstico preciso y el análisis de  $S-SO_4^-$  del suelo no es un indicador consistente.

La mejor orientación hasta el presente para efectuar una corrección con S, son los resultados de ensayos localizados, asumiendo, en el caso de encontrarse respuesta, que la misma volvería a repetirse en campañas

sucesivas y en suelos de similares condiciones agronómicas.

El objeto del presente trabajo fue evaluar la fertilización combinada de P y S en la producción de soja.

#### Material y método.

El trabajo fue conducido en la localidad de San Justo, departamento San Justo sobre la serie de suelo del mismo nombre. Las características químicas del horizonte superficial (0-15 cm) fueron: materia orgánica= 2,54%, nitrógeno total= 0,129%, P extractable= 12 ppm, S-SO<sub>4</sub> = 4 ppm y pH= 6,1 ligeramente ácido.

La soja utilizada fue A 6411 sembrada el 26 de noviembre de 2004 con una sembradora de parcelas y con espaciamiento entre surcos de 0,70 m. Simultáneamente a la siembra se aplicaron los fertilizantes con distribución en banda e incorporados.

Los niveles de P fueron 0, 15 y 30 kg/ha bajo la forma de superfosfato triple de calcio (P= 20%) y los niveles de S fueron de 0, 12, 24 y 36 kg/ha bajo la forma de yeso (S= 18%).

El diseño de la experiencia fue de parcelas divididas en bloques completos al azar con cuatro repeticiones. El factor P constituyó la parcela principal y el S la subparcela. La unidad experimental fue de 4 surcos x 5m de largo. La cosecha se realizó mecánicamente en las dos hileras centrales.

Los rendimientos fueron analizados mediante el análisis de la variancia y regresión

Las condiciones hídricas previas y durante el período de interés para la soja se la puede apreciar en el Gráfico 1.

Durante setiembre y octubre los registros de la campaña fueron ligeramente inferiores al promedio histórico. En noviembre fueron muy similares. Luego, a excepción de febrero, en todos los meses hubo registros muy superiores al normal. En el mes de febrero, etapa de gran evapotranspiración, hubo un 36% de las precipitaciones históricas y se asume que la soja pudo sortear el estrés por los excedentes de agua en diciembre y enero. Posteriormente, en la etapa de llenado del grano las lluvias fueron abundantes.

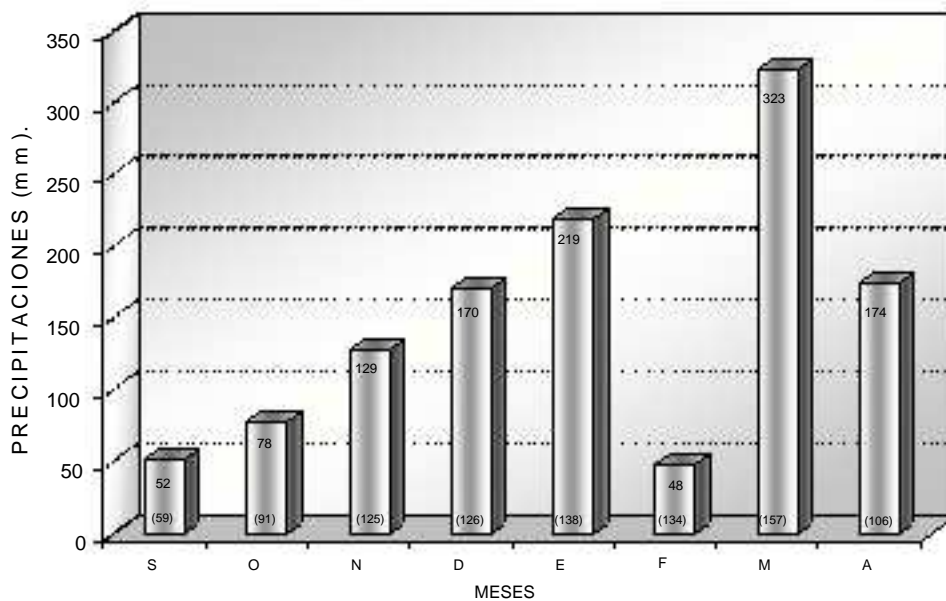


Gráfico 1. Distribución de las precipitaciones durante un período de interés para la soja y su relación con el promedio histórico 1920-2004 . San Justo, 2004-05.

Resultados.

Los rendimientos de la soja fertilizada con P y S se pueden ver en el Gráfico 2.

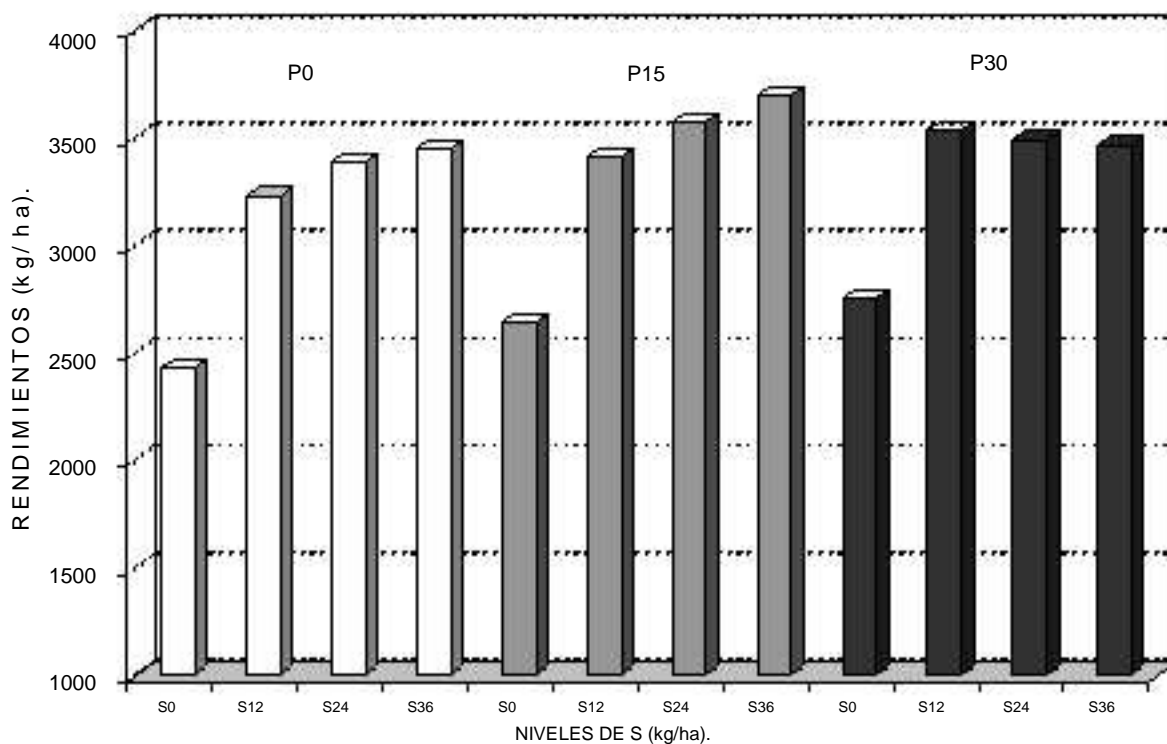


Gráfico 2. Respuesta de la soja a la fertilización con fósforo (P) y azufre (S) en un suelo de la serie San Justo. Campaña 2004-05.

El rendimiento promedio fue de 3257 kg/ha, el coeficiente de variación de 6,9% y un  $R^2 = 0,86$  para el modelo de análisis usado. La respuesta al P no alcanzó a ser significativa ( $Pr > 0,05$ ) pero si lo fue para el S ( $Pr < 0,05$ ). La interacción P x S no fue importante ( $Pr > 0,05$ ).

La producción media debida al P fue de 3126, 3332 y 3313 kg/ha para los niveles P0, P15 y P30, respectivamente. La falta de respuesta al P pudo deberse a las buenas precipitaciones que favorecieron el desarrollo radicular y a niveles medios de P extractable en el suelo.

El efecto del S fue creciente para todos los niveles de P evaluados, mostrando cómo el S pudo beneficiar independientemente a la soja aún cuando el nivel de P extractable del suelo no fue el óptimo.

En promedio los aumentos de producción con S12, S24 y S36 fueron de 786, 877 y 933 kg/ha, respectivamente.

El efecto cuadrático significativo ( $Pr < 0,05$ ) del S a través de todos los niveles de P se puede apreciar en el Gráfico 3.

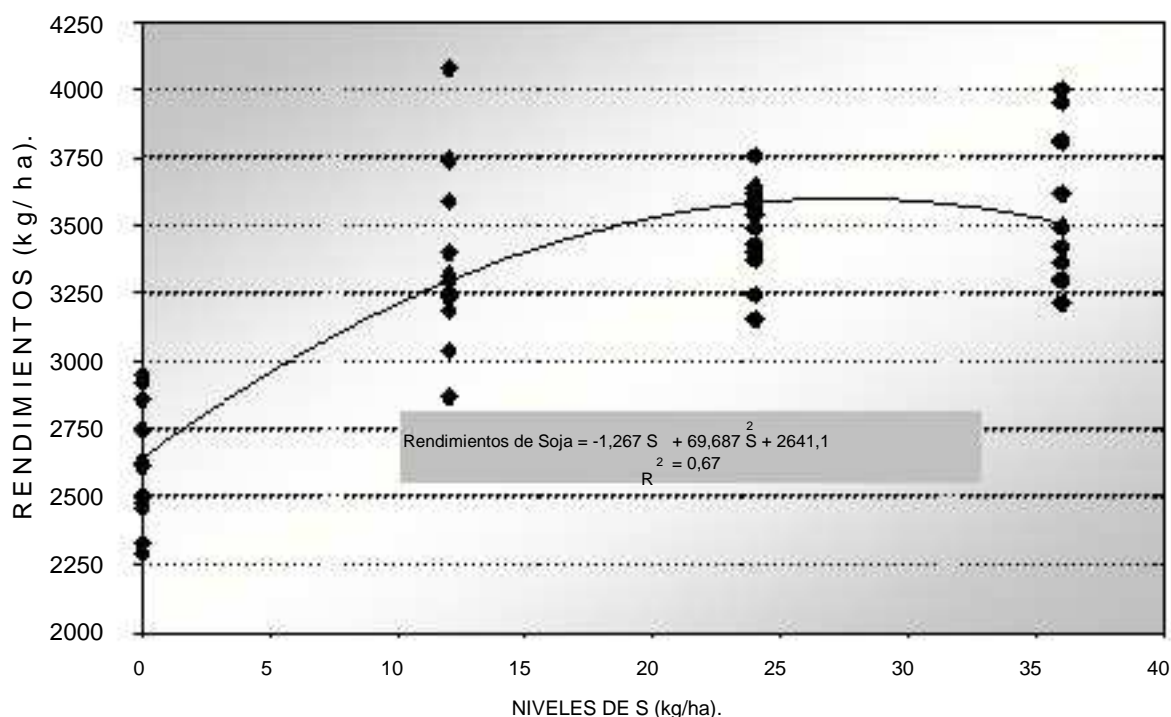


Gráfico 3. Influencia del S en la producción de soja en suelo del Departamento San Justo, Santa Fe. Campaña 2004-05.

Ajustada la función surge que la máxima respuesta de la soja se podría obtener con 27,5 kg/ha de S correspondiéndose con 3599 kg/ha de soja. Este resultado se relaciona con información obtenida por Vivas et al (2002) en el Departamento San Jerónimo donde los incrementos de rendimientos de soja por la fertilización azufrada no se diferenciaron entre los niveles 24 y 36 kg/ha de S.

#### 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.

Fontanetto, H. y H. Bizet. 2002. Fertilización en soja. Experiencias en el centro-oeste de Santa Fe y sudeste de Córdoba. A.A.P.R.E.S.I.D. Soja en Siembra Directa: 45-50. Octubre de 2002.

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

González, P. E.; H. S. Vivas y R. Parra. 1990. Encalado, pH del suelo y la fertilización fosfatada. Influencia sobre la nodulación de soja. INTA EEA Reconquista. Informe Técnico N° 4. 11p.

#### Conclusiones.

- No se detectaron diferencias por la fertilización fosfatada.
- El azufre tuvo una respuesta significativa y similar para todos los niveles de fósforo estudiados.
- La máxima respuesta estimada a la fertilización con azufre (27,5 kg/ha) se relacionó con información disponible en otras regiones agrícolas del centro de Santa Fe.

Hein, W. I. H. de; J. L. Panigatti ; N. E. Hein y R. F. Moresco. 1981. Niveles de fósforo disponible en suelos del área de la EERA Rafaela. INTA. EEA Rafaela. Inf. Técnico N° 7. 17 p.

Kamprath, E. J. and U. S. Jones. 1986. Plant response to Sulfur in the Southern United States. In. Sulfur in Agriculture. Ed. M. Tabatabai. Agronomy Series. Number 27. ASA, CSSA and SSSA. Madison, WI. 323-342.

Martínez, F. y G. Cordone. 1998. Resultados de ensayos de fertilización azufrada en soja. Soja, campaña 97/98. INTA EEA Oliveros. Pp 53-57

Melgar, R. J.; E. Frutos; M. L. Galetto y H. Vivas. 1995. El análisis de suelo como predictor de la respuesta de la soja a la fertilización fosfatada. Primer Congreso Nacional de Soja. Segunda Reunión Nacional de Oleaginosos. Tomo I. Octubre de 1995. Pergamino (Bs. As.) Argentina. p 167 - 174.

- 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. ; H. Fontanetto ; O. Quaino ; R. Albrecht ; J. Hotián y M. Favre. 2001. Experiencias de Fertilización del cultivo de Soja en la región central de Santa Fe. A.A.P.R.E.S.I.D. Publicaciones Técnicas. Soja en Siembra Directa, 2. Nutrición y Fertilización del cultivo: 35-38. Octubre de 2001.
- Vivas, H. S.; H. Fontanetto; R. Albrecht; J. L. Hotián y M. Vega. 2002. Fósforo y Azufre en la secuencia trigo-soja-soja 1º en la región central de Santa Fe. INTA EEA Rafaela. Anuario 2002. pp 138-142.
- Vivas, H. S. y H. Fontanetto. 2004. Phosphorus, sulfur and calcium on soybean grain yield in the eastern area of Santa Fe. VII World Soybean Research Conference. IV International Soybean Processing and Utilization Conference. III Congreso Mundial de Soja (Brazilian Soybean Congress). Foz do Iguassu, PR, Brazil. February 29 to march 5,2004