



Proyecto Regional Agrícola Desarrollo Rural INTA PERGAMINO

EVALUACIÓN DE DOS FORMAS ALTERNATIVAS DE APLICACIÓN DE SULFATO DE CALCIO PELLETIZADO EN SOJA

Ensayos del Proyecto Regional Agrícola, campaña 2003-04

*Gustavo N. Ferraris

*Lucrecia A. Couretot

Introducción:

En el norte de Buenos Aires y sur de Santa Fe se han detectado ambientes con carencia de azufre (S) y respuesta a la fertilización (Ferraris, 2004), y se han identificado herramientas que ayudarían al diagnóstico de deficiencias de este nutriente (Ferraris, 2004; Ferraris et al., 2003), las cuales deben ser validadas en condiciones de campo. A su vez, pocos trabajos han abordado el desarrollo de tecnología de fertilización para S (Ferraris et al., 2001; Ferraris et al., 2004; Gutiérrez Boem et al., 2004), siendo uno de los aspectos más relevantes en esta materia la evaluación de diferentes momentos y formas de aplicación de los fertilizantes. El objetivo de este trabajo fue evaluar la respuesta de la Soja a la fertilización con S y comparar la eficiencia de una aplicación anticipada al voleo vs. la incorporación localizada del fertilizante a la siembra.

Materiales y métodos:

El ensayo se realizó en la localidad de Wheelwright, sobre un suelo Argiudol típico serie Hughes. El lote tenía como antecesor soja de primera sin fertilización, y el nivel de cobertura del suelo era bajo (40 %). Se sembró la variedad Nidera A3901 RG a 52,5 cm. La Fecha de siembra fue el 9 de noviembre, y el tamaño de las parcelas de 95 m². La semilla fue inoculada a dosis de marbete. Se empleó un diseño en bloques completos aleatorizados con tres repeticiones. Los tratamientos evaluados se describen a continuación:

- T0: Testigo sin fertilización
- T1: 15 kg S ha⁻¹ anticipado 20 días antes de la siembra
- T2: 15 kg S ha⁻¹ incorporado al momento de la siembra

Todos los tratamientos fueron fertilizados con 30 kg P ha⁻¹ incorporado a la siembra. La fuente fertilizante utilizada fue sulfato de calcio pelletizado (0-0-0-18 S – 22Ca). Entre la aplicación anticipada de S y la siembra las precipitaciones alcanzaron a 18 mm. En los estadíos R2 y R5 se midió intercepción de radiación mediante un radiómetro lineal. La cosecha se realizó en forma manual con trilla estacionaria y corrección de los rendimientos a 13 % de humedad. Se realizó un análisis económico de la fertilización azufrada.

Resultados y discusión:

Previo a la siembra se efectuó un análisis químico de suelo. Los resultados se presentan en la Tabla 1:

Tabla 1: Análisis de suelo a la siembra en capa superficial de suelo (0-20 cm).

Profundidad	pH	MO (%)	P (mg kg ⁻¹)	S-SO ₄ (mg kg ⁻¹)
0-20 cm	5,4	2,41	11	3,6

En la Figura 1 por su parte, se muestran las precipitaciones mensuales durante el ciclo del cultivo y en los meses previos a la siembra, comparadas con la media histórica. Solamente los meses de Julio y Diciembre mostraron un registro de precipitaciones significativo por sobre la media.

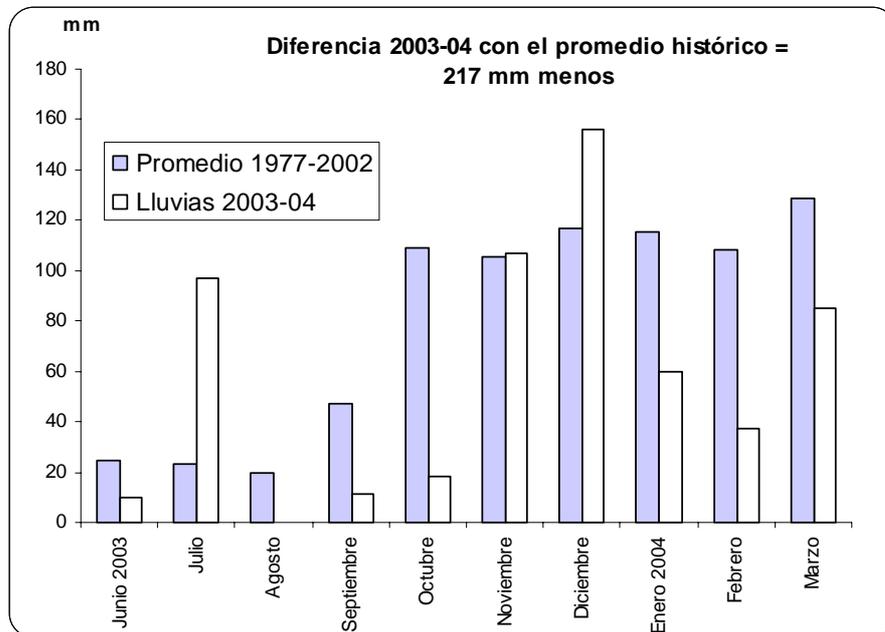


Figura 1: Precipitaciones mensuales de la campaña 2003/04, en comparación con la media 1977/2003.

El S incrementó muy levemente el crecimiento y el nivel de cobertura del cultivo (Figura 2). En cambio, se observó una coloración verde más oscura, evidencia de una mayor tasa fotosintética. Si se calcula la eficiencia de conversión de la radiación interceptada en R5 en grano, esta fue un 4 % superior en el tratamiento fertilizado. Es decir, la diferencia de rendimiento entre testigo y fertilizado con S son atribuibles a un 4 % de incremento en la interceptación lumínica (Figura 2.b) y a un 4 % de incremento en la eficiencia de conversión de esa radiación en grano.

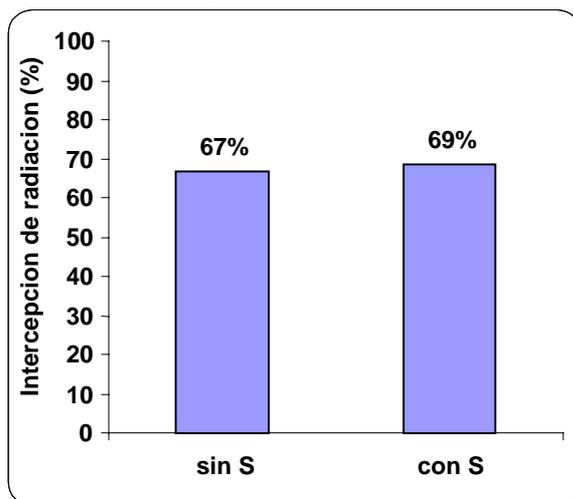


Figura 2.a

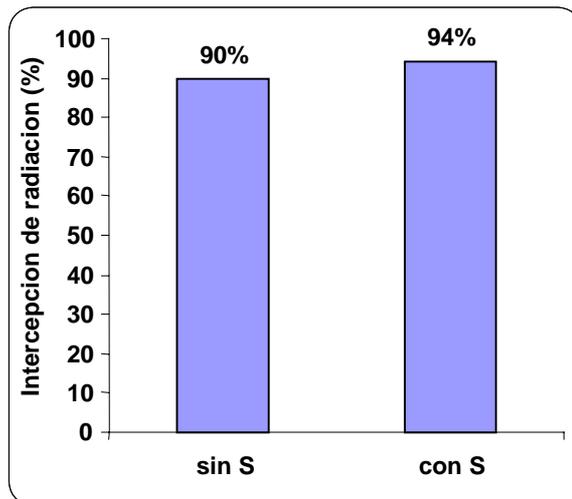


Figura 2.b

Figura 2: Radiación interceptada como porcentaje de la radiación máxima incidente para los estadios R2 (2.a) y R5 (2.b). Valores promedios de tres repeticiones, y en el caso de los tratamientos con S, es promedio de los tres tratamientos fertilizados.

En la Figura 2 se presentan los rendimientos de los diferentes tratamientos de fertilización azufrada, y la eficiencia agronómica de uso del nutriente.

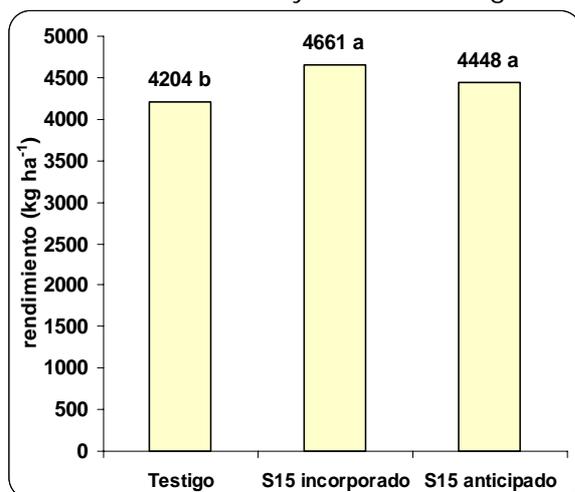


Figura 3.a

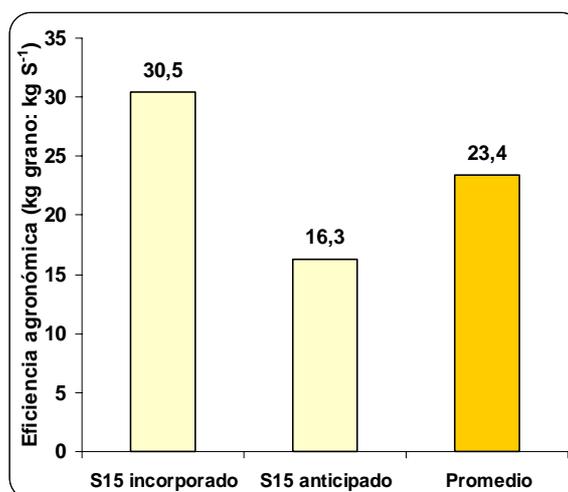


Figura 3.b

Figura 3: Rendimiento de grano (3.a) y eficiencia agronómica (3.b) de diferentes formas de aplicación de sulfato de calcio. Valores promedio de tres repeticiones.

Se determinaron diferencias significativas en los rendimientos por efecto del S ($P=0,015$, C.V.=2,4 %), sin diferencias entre la aplicación anticipada en superficie o incorporada a la siembra. Este comportamiento se explica en la movilidad del S en el suelo, y la ocurrencia de una lluvia pocos días después de la aplicación en superficie que permitió su rápida incorporación. La respuesta media fue de 351 kg ha⁻¹ promedio de todos los tratamientos fertilizados, lo cual significó una eficiencia agronómica media de 23,4 kg de grano por kg de S (Figura 3.b).

Las variaciones entre tratamientos se debieron a cambios en el número de granos y no en el peso de los mismos (Figura 4). En promedio, la fertilización con S incrementó 10 % el número y redujo 1,5 % el peso de los granos.

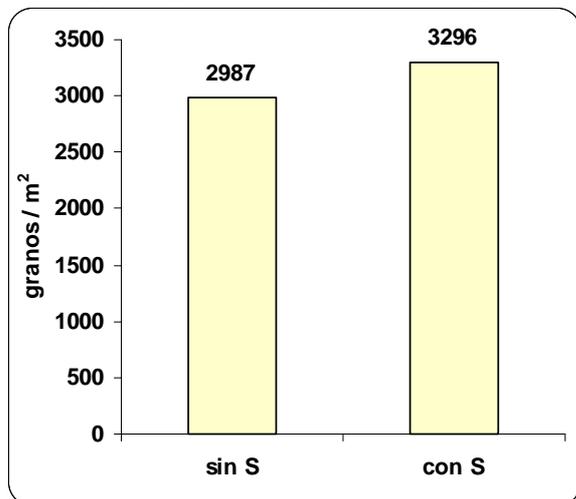


Figura 4.a

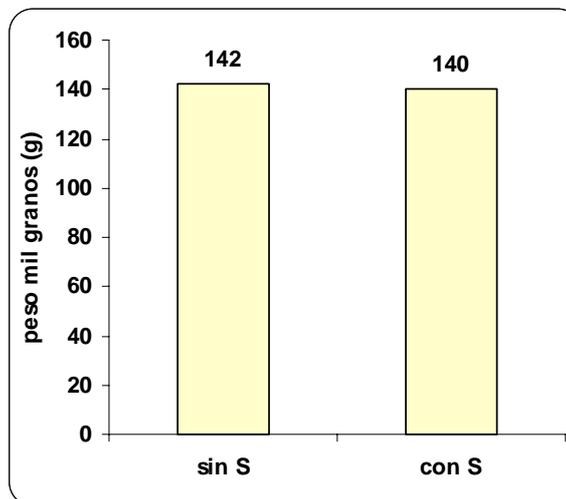


Figura 8.b

Figura 4: Número (4.a) y peso (4.b) de granos en tratamientos testigo y fertilizados con S. Valores promedios de tres repeticiones, y en el caso de los tratamientos con S representa el promedio de los tres tratamientos fertilizados.

Análisis económico:

Se realizó una evaluación económica de la fertilización con S promedio de todas las formas de aplicación. Los resultados se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2: Evaluación económica de la fertilización azufrada promedio de dos formas de aplicación, en comparación con los resultados de la fertilización fosfórica.

Tratamiento evaluado	S15	P20
Incremento rendimiento (kg ha ⁻¹)	351	834
Ingreso bruto fertilización (U\$S ha ⁻¹)	89	198
Costo fertilizante (U\$S ha ⁻¹)	10	29
Costo marginal cosecha y comercialización (U\$S ha ⁻¹)	7,1	15,8
Costo total fertilización (U\$S ha ⁻¹)	17,1	44,8
Rentabilidad de la fertilización (U\$S ha ⁻¹)	72	153
Retorno a la inversión (U\$S / U\$S invertido)	4,2	3,4

La aplicación de S resultó económicamente rentable. Si se compara con la fertilización fosforada con 20 kg P ha⁻¹ evaluada en un trabajo realizado por Ferraris y Couretot (2004), no obstante ofrecer el S una rentabilidad de menor magnitud respecto del P, ofreció un retorno a la inversión más elevado por su costo relativamente mas bajo.

Conclusiones:

- El agregado de S produjo un incremento significativo de los rendimientos, que en promedio alcanzó a 351 kg ha⁻¹. Esta se debería a un leve incremento en la intercepción de radiación, y a una conversión más eficiente en grano de la misma. A nivel de componentes del rendimiento se determinó la fijación de un mayor número de granos.
- No se observaron diferencias entre ambas formas de aplicación de S, lo que sería atribuible a la movilidad del nutriente y a la ocurrencia de precipitaciones que favorecieron su incorporación.
- La inversión de dinero en la fertilización de soja con S demostró ser en este ensayo una práctica rentable y sobre todo, de elevado retorno económico.

Bibliografía:

- 📖 Ferraris, G. 2004. Pautas para el diagnóstico de la fertilidad azufrada en soja. Tesis MSc. EPG-FAUBA. 176p.
- 📖 Ferraris, G. y L. Couretot. 2004. Fertilización fosforada en soja. Diagnóstico y tecnología de aplicación. Revista de Tecnología Agropecuaria, EEA INTA Pergamino, IX(26) (en prensa).
- 📖 Ferraris, G., J. Elizei y L. Couretot. 2004. Fertilización azufrada en Maíz. Comparación de dos formas alternativas de sulfato de calcio. Informe convenio INTA-ASP. 11p.
- 📖 Ferraris, G., M. Ferrari y J. Ostojic. 2001. Experiencias de fertilización azufrada en soja y trigo/soja en Pergamino. Revista de Tecnología Agropecuaria, EEA INTA Pergamino, VI(18):16-19.
- 📖 Ferraris, G., F. Gutiérrez Boem, F. Salvagiotti y P. Prystupa. 2003. Fertilización azufrada en soja. Validación de herramientas de diagnóstico y elaboración de estrategias de recomendación. Informe módulo de investigación del Proyecto Fertilizar. 20 pp. Web site www.fertilizar.org
- 📖 Gutiérrez Boem, F., P. Prystupa y G. Ferraris. 2004. Fuentes de S en el cultivo de Soja, pp 54-55. En: „Fertilidad 2004% Fertilidad de suelos para una agricultura sustentable, INPOFOS, Rosario.