



**EFICIENCIA Y FITOTOXICIDAD DE FUENTES FERTILIZANTES
FOSFORADOS EN SOJA
Campaña 2005/06**

Ings. Agrs. C. Ojuez (1)
A. Lauric (1)
R. Siolotto (1)
G. Ferraris (2)

Introducción:

En los últimos años, se ha registrado un notable incremento en el uso de fertilizantes fosforados y azufrados en Soja. La detección de respuestas positivas a la fertilización, y la mayor conciencia acerca de los efectos perjudiciales en el mediano plazo de sostener un balance negativo de nutrientes en los suelos ha originado esta tendencia. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que la Soja es un cultivo proclive a sufrir efectos fitotóxicos por la aplicación de fertilizantes en la línea de siembra. Vivas y Seffino (1997), Ferraris et al., (2004) y Ventimiglia et al, (2006) entre otros autores, han informado reducciones significativas en el número de plantas emergidas como resultado de la aplicación de dosis moderadas de fertilizantes en la cercanía de la semilla.

Varios factores inciden en la magnitud que pueden alcanzar estas pérdidas, a saber:

1. Posición del fertilizante: Vivas y Seffino (1997) determinaron pérdidas de hasta 67 % en el stand de plantas por la aplicación de fertilizantes en la línea de siembra, pero Ferraris et al. (2001) no observaron efectos fitotóxicos cuando los fertilizantes, aplicados con una doble cuchilla en posición recta, eran separados muy levemente de las semillas por la remoción que provocaba el doble disco plantador.
2. Humedad del suelo: Si la humedad del suelo es adecuada u ocurre una lluvia entre la siembra y la emergencia del cultivo disminuyen notablemente el efecto salino y/o la difusión de amoníaco de los fertilizantes, que son los procesos responsables de la muerte de plántulas. Por el contrario, condiciones de suelo seco favorecen la ocurrencia de estos fenómenos y la expresión de fitotoxicidad.
3. Propiedades del suelo: La textura y la capacidad buffer del suelo son otros factores influyentes: Cuando los fertilizantes incluyen al nitrógeno en su composición, los suelos arenosos, de baja capacidad de intercambio catiónico y provistos de macroporos que posibilitan una elevada difusión gaseosa están más expuestos a presentar efectos fitotóxicos (Tisdale et al., 1993).
4. Distanciamiento entre surcos: Para una misma dosis de fertilizante, cuanto mayor sea la distancia entre surcos, mayor será la concentración de fertilizante en cada surco individual que deberán soportar las semillas y plántulas en germinación. La relación es directamente proporcional, de manera que un cultivo tolerará el doble de fertilizante/ha distribuido en hileras a 26 cm del que se podría aplicar con un espaciamiento de 52 cm.

(1) Técnicos AER INTA Bolívar

(2) Técnico de Desarrollo Rural INTA EEA Pergamino

5. Fuente fertilizante utilizada: Los fertilizantes varían en su potencial fitotóxico, de acuerdo con su índice salino, contenido y forma química de Nitrógeno y su capacidad para modificar el pH del suelo.

6. Vigor de la semilla: Semillas de bajo vigor, que inician lentamente el proceso de germinación, permanecen más tiempo en cercanías de los gránulos de fertilizante, donde la salinidad y la concentración a amoníaco es más elevada.

Por otra parte, en el mercado de fertilizantes es posible encontrar una gran diversidad de fuentes de posible utilización en soja. Estas varían en cuanto a concentración de nutrientes y precio, pero también en su eficiencia y potencialidad para incrementar los rendimientos del cultivo. Un concepto que podría utilizarse a la hora de definir un fertilizante para soja, es contemplar la relación Fósforo (P)- Azufre (S) que este cultivo presenta en sus granos. De este modo, si la fertilización se realiza con un criterio de reposición, la aplicación de una dosis apropiada podría restituir de manera equivalente la extracción realizada para estos nutrientes. Dicha relación, alcanza para la soja un rango de 2,7-3: 1 (kg de P₂O₅ : kg S) o 1,2-1,3:1 (kg de P : kg S). El objetivo de este trabajo fue evaluar los efectos sobre la emergencia de plantas y el rendimiento de la aplicación de dos dosis de diferentes fuentes fertilizantes aplicados en la línea de siembra del cultivo de soja. Los fertilizantes evaluados correspondieron a fuentes comerciales puras y una mezcla física cuya composición equivale a la relación de nutrientes existente en los granos de este cultivo.

Materiales y métodos:

La experiencia se desarrolló en la localidad de Bolívar, sobre un suelo Serie Bolívar (Argiudol típico). El cultivo se implantó en siembra directa, con antecesor Maíz. Los resultados de los análisis químicos suelo se detallan en la Tabla 1.

Tabla 1: Datos analíticos de suelo. Datos promedio de tres bloques. Bolívar, campaña 2005/06.

Prof (cm)	pH	Conductividad (Ds/m)	Materia Orgánica	N total	Fósforo disponible	S-Sulfatos
	agua 1:2,5		%		Ppm	Ppm
0-20	5,8	0,076	1,54	0,077	22	10

La siembra se efectuó el 1 de noviembre de 2005, en siembra directa. Se utilizó una sembradora a chorrillo, con surcos espaciados a 0,38 m. Los fertilizantes fueron aplicados en el mismo doble disco plantador de semillas, con caños de bajada independientes para semilla y fertilizante. Los fertilizantes en el suelo no quedaron en contacto directo con las semillas.

El diseño utilizado fue en bloques completos aleatorizados, con tres repeticiones. Las parcelas alcanzaron un tamaño de 10 m de largo por 12 surcos de ancho y la variedad sembrada fue DM 4800 RR. Los diferentes fertilizantes fueron comparados a isodosis comerciales, y se describen en la Tabla 2. Uno de los tratamientos originalmente planificados (T9, mezcla 13-0-0-10S, 160 kg ha⁻¹) debió ser anulado por un inconveniente con la dosificación.

Tabla 2: Descripción y aporte de nutrientes de los tratamientos del ensayo.

N°	Tratamientos	Dosis comercial (kg/ha)	Nutrientes aportados (kg/ha)		
			N	P	S
1	Testigo absoluto	0	0	0	0
2	SPT(0-20-0)	80	0	16	0
3	SPS(0-9,2-0-12)	80	0	7,3	9,8
4	CaSo ₄ (0-0-0-18 S)	80	0	0	14,4
5	SPT 30%-SPS 70%(0-13-0-10S)	80	0	10,1	8
6	SPT(0-20-0)	160	0	32	0
7	SPS(0-9,2-0-12)	160	0	14,6	19,6
8	CaSo ₄ (0-0-0-18 S)	160	0	0	28,8

Para evaluar los efectos de los fertilizantes sobre fitotoxicidad y rendimiento, se efectuó un recuento de plantas a los 14 días después de la emergencia (dde), en tres sectores de 1 m de largo de los surcos centrales de cada parcela. La cosecha se efectuó en forma manual, en sectores de 2,75 m, uniformándose los rendimientos a 13 % de humedad. Para el análisis estadístico de los datos se efectuaron Análisis de la varianza, Comparaciones de medias y Análisis de regresión lineal simple.

Resultados y discusión:

Efecto de los fertilizantes sobre la emergencia de plantas:

En la Figura 1 se presentan los resultados de emergencia de plantas efectuados a los 14 dde.

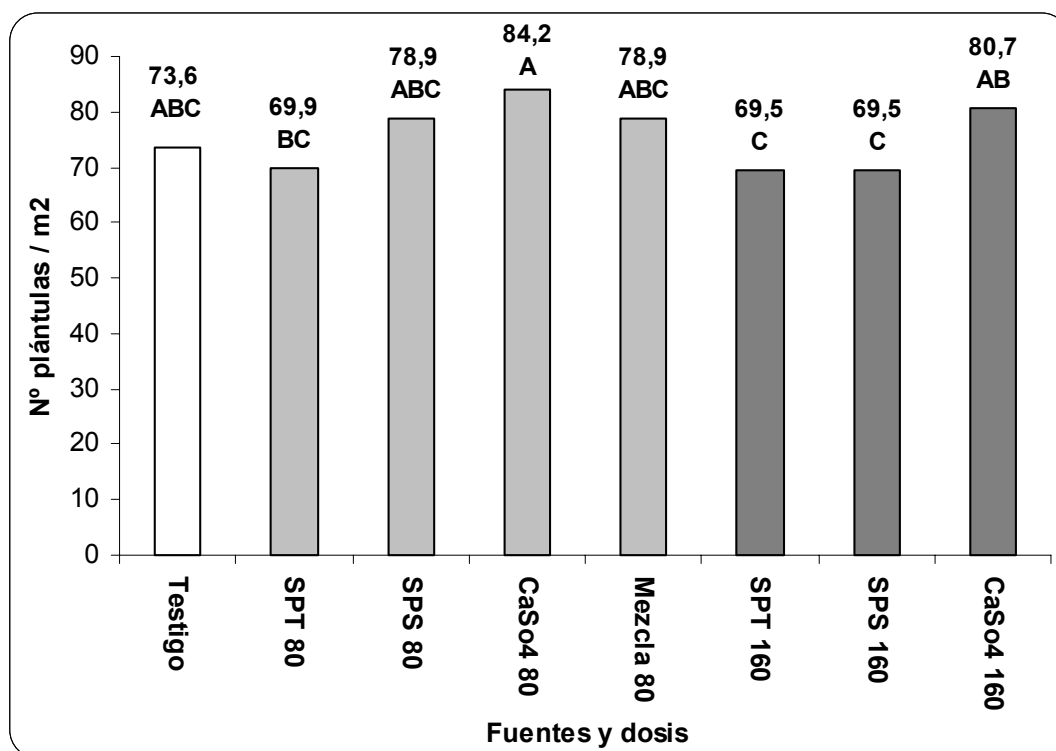


Figura 1: Número de plantas emergidas a los 14 dde para dosis de 80 (gris claro) y 160 (gris oscuro) kg ha⁻¹ de diferentes fuentes fertilizantes. Los valores son promedio de tres repeticiones, tres submuestras por repetición. Letras distintas representan diferencias estadísticamente significativas.

El análisis de varianza reflejó diferencias significativas entre tratamientos para número de plantas emergidas (P=0,046). Las parcelas fertilizadas con SPT a las dosis de 80 y 160 kg ha⁻¹ y SPS a la dosis de 160 kg ha⁻¹ vieron reducido su stand de plantas con respecto al testigo. Las tendencias observadas fueron muy leves, e indicarían una reducción importante en la emergencia sólo en dosis elevadas de estos fertilizantes.

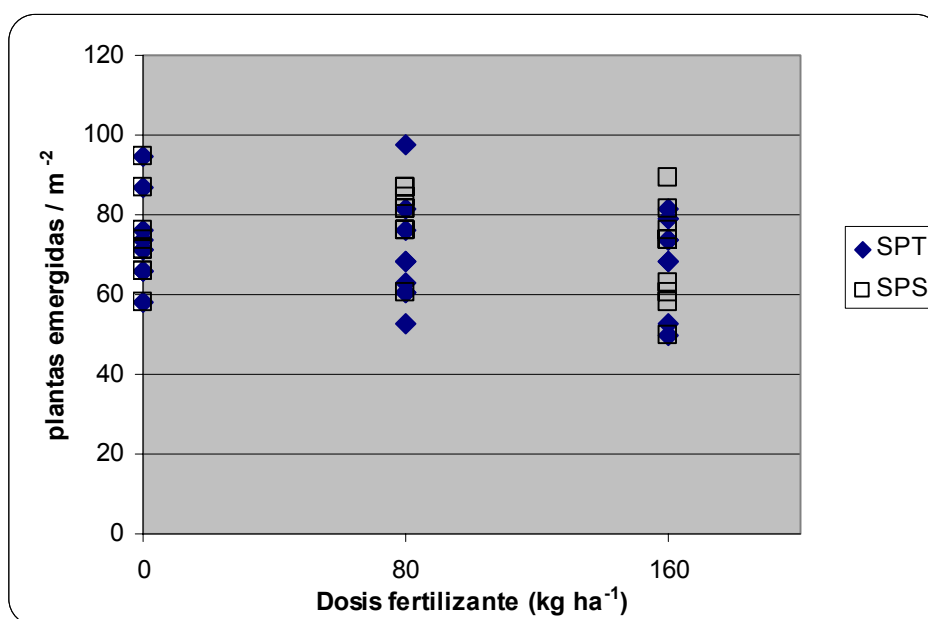


Figura 2: Número de plantas emergidas en función de la dosis de fertilizante aplicado para las dos fuentes (SPT 0-20-0 y SPS 0-12-0-9S) que provocaron mermas significativas en el stand de plantas por efectos fitotóxicos sobre las semillas.

Las ecuaciones de regresión ajustadas en función de los datos de la Figura 2 son las siguientes:

SPT: $y = -0,0256x + 73$
SPS: $y = -0,0256x + 76$

Nótese que la pendiente de disminución en el número de plantas es poco pronunciada, y recién indicaría una pérdida de 2,5 plantas m² para una dosis comercial de 100 kg ha⁻¹. Varios factores habrían contribuido a este comportamiento. Entre ellos se puede mencionar la ausencia de nitrógeno en las fuentes fertilizantes utilizadas, el reducido espaciamiento entre hileras que posibilita una mayor distribución del fertilizante reduciendo la dosis por surco, y la adecuada humedad en el suelo al momento de la siembra. Dada la plasticidad del cultivo y la alta densidad con que fuera sembrado el ensayo, era de esperar que esta disminución en la emergencia no afectara los rendimientos.

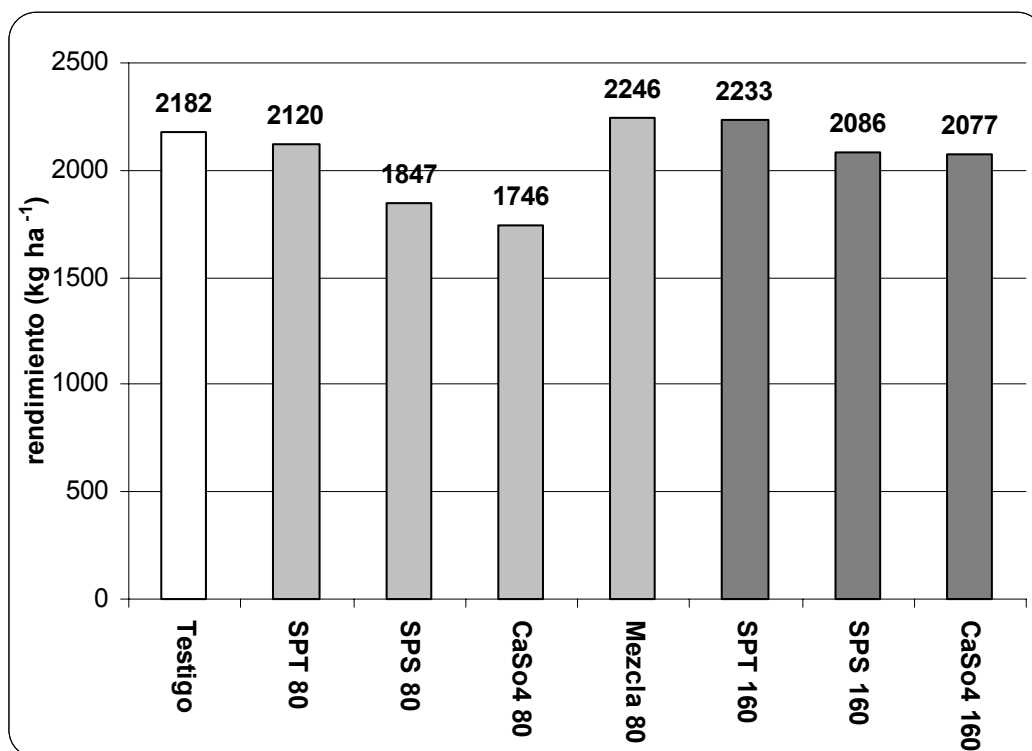


Figura 3: Rendimiento como resultado de la aplicación de 80 (gris claro) y 160 (gris oscuro) kg ha⁻¹ de diferentes fuentes fertilizantes en la línea de siembra. Fertilización en Soja, Bolívar, Campaña 2005/06.

Los diferentes tratamientos no afectaron los rendimientos ($P > 0,10$). Varios factores contribuyen a explicarlo. En primer lugar, el nivel de P en el suelo es alto, por encima del nivel crítico establecido por Ferraris, (2005). Por otra parte, el estrés hídrico que sufriera el cultivo durante su período reproductivo restringió su potencial de rendimiento y, con ello, su demanda de nutrientes, haciendo que la disponibilidad de estos en el suelo fuera suficiente para abastecer los requerimientos del cultivo. Por último, como ya fuera expresado, los tratamientos aplicados ocasionaron una disminución muy leve en el stand de plantas emergidas, lo que pudo ser fácilmente compensado por el cultivo.

Conclusiones:

- ✓ Dos de las fuentes fertilizantes evaluadas, SPT y SPS, ocasionaron una disminución estadísticamente significativa en el número de plantas que, sin embargo, no fue numéricamente importante como para afectar los rendimientos.
- ✓ Los diferentes tratamientos no afectaron los rendimientos. La elevada disponibilidad de P en el suelo, las condiciones de estrés que sufriera el cultivo y el reducido efecto de los fertilizantes sobre el stand de plantas explican este comportamiento.

Bibliografía:

- Ferraris, G. 2005. Fertilización del cultivo de Soja. Una revisión de las experiencias acumuladas en el Norte de Buenos Aires y Sur de Santa Fe. En: Soja. Resultados de Unidades demostrativas del Proyecto Regional Agrícola, año 2005. CERBAN. Áreas de Desarrollo Rural EEA INTA Pergamino y General Villegas. pp 39-52.

- Ferraris, G., M. Ferrari y J. Ostojic. 2001. Fertilización fosforada en soja: fitotoxicidad en aplicaciones localizadas a la siembra y efectos sobre el rendimiento. *Revista de Tecnología Agropecuaria*, EEA INTA Pergamino, VI(18):20-23.
- Ferraris, G., N. González, D. Bocanegra y A. Rivoltella. 2004. Eficiencia y fitotoxicidad de fuentes de fertilizantes fosforados en soja. *Soja, Resultados de Unidades demostrativas del Proyecto Regional Agrícola*. Desarrollo Rural EEA INTA Pergamino y General Villegas: 53-62.
- Ventimiglia, L., H. Carta, B. Batista y L. Torrens. 2006. Fertilización en la línea de siembra de soja, efectos negativos y positivos para diferentes nutrientes. En: *Resúmenes de la Jornada de Actualización Técnica "Nutrición en Soja"*. EEA Pergamino, INTA, Octubre de 2006.
- Vivas, H.S. y F. Seffino. 1999. Toxicidad del Superfosfato Triple y del Fosfato Diamónico sobre la emergencia de plantas de Soja. Campaña 1996/97. En: *Información técnica para productores 1997-98*, pp. 182-184. Publicación miscelánea N° 89. EEA Rafaela, INTA.