

EFECTOS DE LA UBICACION DE UN FERTILIZANTE NITRÓGENO-FOSFATADO SOBRE LA NODULACION Y LA PRODUCCION DE SOJA EN SIEMBRA DIRECTA EN LA REGION DE LA PAMPA ARENOSA, ARGENTINA

M DÍAZ-ZORITA¹, G GROSSO², M V FERNÁNDEZ-CANIGIA³, G DUARTE⁴

¹ EEA INTA Gral.Villegas – CC 153 (6230) Gral.Villegas (Bs.As.), Argentina y Agronomy Dept., University of Kentucky, N-122 Agric Sci Ctr-N, Lexington, KY 40546-0091, USA E-mail: zorita@inta.gov.ar

² EEA INTA Gral.Villegas, ³Fac.Agronomía (UNLPam) y ⁴AACREA

EFFECT OF THE PLACEMENT OF N-P FERTILIZER FOR SOYBEAN NODULATION AND GRAIN PRODUCTION IN NO-TILLAGE SYSTEMS IN THE SANDY PAMPAS REGION, ARGENTINA

No-till (NT) soybean production is an important practice in the sandy Pampas region (Argentina). Soybean crops have high nutritional requirements but few research has been conducted on soybean N-P fertilization for NT systems. Our objective was to evaluate the effects on soybean nodulation and yields, of N-P fertilizer pre-plant placements in a non-P deficient sandy Typic Haplustoll. The soybean crop followed corn in a continuous NT system since 1993. Five fertilization treatments with diammonic phosphate (FDA) were applied before seeding: 0, 50 and 100 kg ha⁻¹ of FDA broadcasted and banded (0.05 m below the seeding line). The aerial dry matter, total P and N in top trifoliolate leaves and nodulation were evaluated in the full-bloom stage. Grain yields were determined at physiological maturity. Fertilizer placement x FDA rate interaction was not significant for any measured parameter. The nodules' number and weight increased when the FDA rate increased. No differences in nodulation were observed between the fertilizers placement treatments. In this conditions there are not differences in soybean production between banded or broadcast fertilizer placement.

Key words: banded and broadcasted fertilization - nitrogen - phosphorus - nodulation - yield

INTRODUCCION

La soja (*Glycine max* (L) Merrill) es un cultivo con grandes requerimientos nutricionales. No obstante, los estudios de fertilización en la región pampeana no son abundantes y con resultados inconsistentes. La obtención del N ocurre por dos sistemas secuenciales, inicialmente a partir del N mineral del suelo y luego, con un máximo en el estadio de R5, a partir de la fijación biológica (Zapata *et al.* 1987). Excesos de N en la siembra disminuyen o retardan la nodulación, sin afectar los rendimientos en grano (Bobrero *et al.* 1984). La adecuada provisión de P permite una satisfactoria nodulación y fijación biológica (Olufajo 1990) con variados efectos sobre la producción de grano explicados por diferencias en los niveles nativos de P en interacción con los modos de aplicación de fertilizantes con P (Scheiner *et al.* 1996). En sistemas de siembra directa, la estratificación

de nutrientes y una mayor conservación de humedad facilitarían el desarrollo de raíces cercano a la superficie del suelo, sin esperarse diferencias entre modos de aplicación de N y P (Thomas *et al.* 1980). Además, dada la escasa oferta inicial de N en estos suelos, la fertilización con dosis moderadas de N favorecería el desarrollo inicial del cultivo sin efectos negativos sobre la nodulación. El propósito de este estudio fue evaluar el efecto de la ubicación de un fertilizante con N y P sobre la nodulación y producción de un cultivo de soja en siembra directa.

MATERIALES Y METODOS

El estudio fue desarrollado en Roosevelt (Bs. As., Argentina) en un Haplustol Típico de textura arenosa bajo siembra directa desde 1993. La capa de 0 a 20 cm del suelo presentó 11,0 g kg⁻¹ de carbono orgánico total, 6,1 de pH (1:2,5 en agua), 9,6 cmol kg⁻¹ de capacidad de intercambio catiónico y 32,4 mg kg⁻¹ de P disponible. En la siembra se

evaluó el contenido de $N-NO_3^-$ en 0 a 20 y en 20 a 40 cm (método del ácido fenoldisulfónico).

El cultivo de soja (cv. DK 458) se sembró, bajo cero labranza, el 10.11.97 en un lote sin historia previa de soja, con maíz (*Zea mays* L.) como antecesor y en barbecho químico desde el 12.8.97. El cultivo fue sembrado a razón de 55.000 semillas viables ha^{-1} inoculadas con un inoculante comercial en base turba estéril y 0,35 m de distancia entre surcos. Cinco tratamientos de fertilización con fosfato diamónico (FDA, 180 $g\ kg^{-1}$ de N, 460 $g\ kg^{-1}$ de P_2O_5) se aplicaron en el momento de la siembra de los cultivos: Control (sin FDA); 50 $kg\ ha^{-1}$ de FDA esparcido en superficie; 50 $kg\ ha^{-1}$ de FDA en bandas a 0,05 m debajo de la línea de siembra; 100 $kg\ ha^{-1}$ de FDA esparcido en superficie y 100 $kg\ ha^{-1}$ de FDA en bandas a 0,05 m debajo de la línea de siembra. En el estadio de floración completa en los 2 nudos superiores del tallo principal (R2) de los cultivos (Fehr *et al.* 1971) se cosecharon plantas enteras en 3 áreas de 1 m^2 parcela⁻¹ y se determinó su materia seca aérea (secado a 105°C, 24 hs), se tomaron aproximadamente 50 hojas superiores (sin pecíolo), se secaron a 45°C durante 48 hs) y se determinaron los contenidos totales de P y de N. La nodulación se evaluó en el estadio R2 determinándose el número total de nódulos por planta y la biomasa seca individual de los nódulos [(biomasa seca total) (número)⁻¹]. Para estas determinaciones se extrajeron las raíces, hasta los 30 cm de profundidad, en 1,05 m^2 (3 surcos consecutivos de 1 m de longitud) y en 3 subréplicas por parcela. Luego de eliminar el suelo, lavando con agua corriente, se sacaron los nódulos adheridos a las raíces. También se consideraron los nódulos desprendidos al eliminar el suelo. La actividad de los nódulos se estimó visualmente por la coloración interna de 10 nódulos frescos tomados al azar en cada una de las muestras. La producción de grano se determinó por cosecha y trilla manual de 3 subréplicas de 3 m^2 por parcela en madurez fisiológica (21.4.98). Los rendimientos y el peso individual de los granos se expresaron sobre la base de 14 % de humedad.

El diseño experimental fue en bloques completamente aleatorizados con 2 repeticiones por tratamiento y parcelas de 10 m de ancho y 50 m de longitud. Se utilizó ANOVA de 2 factores (sistema de aplicación y dosis de fertilizante) y su interacción. No se detectaron interacciones significativas entre los factores de variación en ninguna de las propiedades estudiadas por lo que las diferencias entre tratamientos se evaluaron considerando los promedios por dosis de fertilizante o por sistema de aplicación empleando la prueba de diferencias de medias de Tukey con 0,05 como nivel de significancia (Analytical Software 1998).

RESULTADOS Y DISCUSION

La fertilización con FDA aumentó la biomasa seca aérea en estadios de R2 (Tabla 1) y el rendimiento de grano (Figura 1). Los tratamientos fertilizados fueron un 7 % mayores que el control, coincidiendo con los niveles de P del suelo (Peaslee 1978). No hubo diferencias significativas en la producción de materia seca en el estadio R2 ni de grano debidas a los sistemas de aplicación del fertilizante ni entre las dosis de FDA. Touchton (1984) detectó similares producciones de grano de soja al comparar aplicaciones de un fertilizante con N y P en bandas o en superficie en cultivos desarrollados en un suelo franco-arenoso. Si bien los niveles de P (0,13 % \pm 0,05) y de N (3,60 % \pm 0,08) en las hojas trifoliadas superiores en el estadio de desarrollo R2 corresponderían a cultivos con baja provisión en P o en N (Melgar 1997), no se observaron diferencias significativas en esta variable debidas a la localización del fertilizante o entre las dosis de FDA.

La nodulación en estadios de R2 de los cultivos, mostró diferencias entre las dosis aplicadas de FDA, pero no entre los tratamientos de localización del fertilizante. Tanto el número por planta como la biomasa individual de los nódulos se incrementaron al aumentar la dosis de FDA (Tabla 1). Resultados similares fueron observados en el norte de Santa Fe (Argentina) en estudios de fertilización de soja con superfosfato triple (Melgar 1997) y en otros ambientes (Jones *et al.* 1982). Este comportamiento es atribuido a un mejor ambiente nutricional, estimulante de la infección y desarrollo inicial de *Bradyrhizobium japonicum*. La fijación biológica de N atmosférico es el paso en el proceso de asimilación de N de las plantas fijadoras que es más sensible a la deficiencia de P (Sa, Israel 1995). Los nódulos observados estaban activos en el momento de la evaluación, según se pudo inferir por su color rojizo en el interior. Las aplicaciones de N afectan negativamente la nodulación y fijación biológica. Según Ralston e Imsande (1983) habría casi total inhibición con contenidos mayores a 70 $mg\ kg^{-1}$ de $N-NO_3^-$ nivel muy superior al presente en nuestro estudio (máximo N provisto por el fertilizante = 18 $kg\ ha^{-1}$; nivel inicial de $N-NO_3^-$ del suelo = 7,4 $mg\ kg^{-1}$ en 0-20 cm y 4,1 $mg\ kg^{-1}$ en 20-

Tabla 1. Nodulación y producción de biomasa seca aérea (MS) en estadios de R2 y peso individual de granos en madurez fisiológica de cultivos de soja fertilizados en pre-siembra con fosfato diamónico (FDA). Promedios de 2 sistemas de aplicación del fertilizante.

Table 1. Nodulation and aerial dry matter (MS) at R2 growth stage and individual grain weight at physiological maturity of soybean crops fertilized with diammoniac phosphate (FDA). Average of 2 fertilization systems.

Dosis de FDA	Nodulación		MS	Granos
(kg ha ⁻¹)	(Nº planta ⁻¹)	(mg nod ⁻¹)	(kg ha ⁻¹)	(mg grano ⁻¹)
0	120 a ⁺	2,37 a	5.511 a	203 a
50	175 b	2,97 b	8.203 b	212 a
100	234 c	3,27 c	7.235 b	208 a

⁺Letras distintas en cada columna indican diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0,05$).

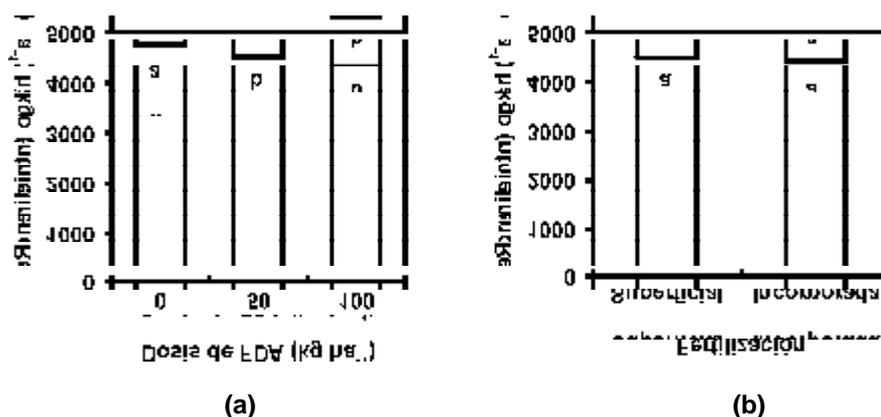


Figura 1. Producción de grano de cultivos de soja fertilizados en pre-siembra con fosfato diamónico (FDA) en un Haplustol típico en siembra directa. (a) = promedios por sistemas de aplicación; (b) = promedios por dosis aplicada de fertilizante. Letras distintas en cada figura, indican diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0,05$).

Figure 1. Soybean grain production in a Typical Haplustoll under no tillage fertilized with diamonic phosphate (FDA). (a) = Average according to fertilizer application method. (b) = Average according to fertilization rate. Different letters in each figure shows significant differences between treatments ($p < 0,05$).

40 cm), sin considerar su potencial lavado por las precipitaciones en estadios de desarrollo temprano de los cultivos (359 mm entre noviembre y diciembre).

Los mayores rendimientos en biomasa y en grano en los cultivos fertilizados son, en parte, atribuidos al efecto del fertilizante sobre la infección y posterior actividad simbiótica. La ausencia de diferencias entre localizaciones del

fertilizante podrían explicarse por un posible mayor desarrollo superficial de las raíces dado por el mantenimiento del suelo en capacidad de campo durante el periodo estudiado (datos no presentados) y la estratificación de nutrientes del suelo bajo siembra directa. Según estos resultados se observa que la aplicación de FDA en presiembra de soja en siembra directa, en un suelo arenoso no deficiente en P, estimuló la

nodulación y aumentó el rendimiento en grano. La aplicación subsuperficial no se tradujo en aumentos en la producción del cultivo. Estudios futuros son requeridos para identificar los efectos independientes del N y del P en siembra directa, en diversos ambientes y condiciones de manejo (distancia entre hileras, fecha de siembra, etc.).

REFERENCIAS

- Analytical Software. 1998. Statistix for Windows. Ver. 2.0.
- Brodero ML, Martignone RA, Macor L. 1984. Efecto de la fertilización nitrogenada en soja. *Ciencia del Suelo* 2: 212-214.
- Fehr WR, Caviness CE, Burnood DT, Pennington JS. 1971. Stage of development descriptions for soybeans, *Glycine max* L. Merrill. *Crop Sci.* 11: 929-931.
- Jones US, Samonte HP, Jariel DM. 1982. Response of corn and inoculated legumes to urea, lime, phosphorus and sulphur on Guadalupe clay. *Soil Sci Soc. Am. J.* 46: 328-331.
- Melgar R. 1997. Soja. En Melgar R, Díaz-Zorita M (Ed) Fertilización de cultivos y pasturas. Editorial Hemisferio Sur, Buenos Aires (Argentina). pp. 139-146.
- Olufajo OO. 1990. Response of promiscuously nodulating soybean to N and P fertilization and Bradyrhizobium inoculation in a ferruginous tropical soil (Haplustalf). *Fertil. Res.* 25: 93-100.
- Peaslee DE. 1978. Relationships between relative crop yields, soil test phosphorus level and fertilizer requirements for phosphorus. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 9: 429-442.
- Ralston EJ, Imsande J. 1983. Nodulation of hydroponically grown soybean plants and inhibition of nodule development by nitrate. *J. Exp. Bot.* 34: 1371-1378.
- Sa TM, Israel DW. 1995. Nitrogen assimilation in nitrogen-fixing soybean plants during phosphorus deficiency. *Crop Sci.* 35: 814-820.
- Scheiner JD, Lavado RS, Alvarez R. 1996. Difficulties in recommending phosphorus fertilizers for soybeans in Argentina. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 27: 521-530.
- Thomas GW, Wells KL, Murdock L. 1980. Fertilization and liming. En: Phillips RE, Thomas GW, Blevins RL (Ed) No-tillage research: Research reports and reviews. University of Kentucky College of Agriculture and Agricultural Experimental Station, Lexington, KY, USA. pp 43-54.
- Touchton JT. 1984. Response of soybean to N-P starter fertilizer. *Fert. Issues.* 1: 28-33.
- Zapata F, Danso SKA, Hardarson G, Fried M. 1987. Time course of nitrogen fixation in field-grown soybean using nitrogen-15 methodology. *Agron. J.* 79: 172-176.