

Barraco, M. <sup>1</sup>; Álvarez, C. <sup>1</sup>; Díaz-Zorita, M. <sup>2</sup>; Scianca, C. <sup>1</sup>.

<sup>1</sup> INTA EEA Gral. Villegas (CC 153), Drabble (Buenos Aires).

<sup>2</sup> CONICET- FAUBA y Nitragin Argentina.

mbarraco@correo.inta.gov.ar

Palabras clave: fósforo, siembra directa, labranza convencional, nodulación

## INTRODUCCIÓN

Sobre la productividad de los cultivos influyen tanto las condiciones agroecológicas (tipo de suelo, clima) como las prácticas de manejo (genotipos, fechas de siembra, manejo nutricional, tipo de labranza, estructura del cultivo, etc.) y las interacciones entre éstos.

En el caso particular de soja la información sobre los efectos de los sistemas de labranza sobre la producción de los cultivos es contradictoria. Por ejemplo Zingaretti et al. (2004) y Barrios et al. (2004) describieron menores rendimientos sobre sistemas de siembra directa, en comparación con sistemas con laboreo, mientras que Díaz-Zorita et al. (2004), en ensayos de larga duración, no encontraron diferencias significativas entre sistemas de labranza.

En cuanto al manejo nutricional del cultivo, Díaz-Zorita et al. (1999b) describieron, en suelos del oeste de Buenos Aires, que la adecuada nutrición fosfatada de soja permite una mayor nodulación y por lo tanto una mayor fijación biológica de N y producción de grano. También en Arguidoles Típicos se observó que la inoculación y el agregado de P y S incrementaron la nodulación y el rendimiento en grano de soja, con una mayor respuesta en lotes bajo agricultura continua en siembra directa (Fontanetto et al. 2004). La máxima nodulación se observó con 14 mg kg<sup>-1</sup> de P, coincidente con los niveles críticos para máximos rendimientos en grano del cultivo (Melgar et al. 1995). Ante estas evidencias contradictorias, se planteó establecer los efectos de sistemas de labranza y fertilización con fósforo (P) sobre la productividad de soja en Hapludoles del oeste bonaerense.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Las evaluaciones se llevaron a cabo en los ensayos de labranzas de la EEA INTA General Villegas, Drabble (Buenos Aires), en un suelo Hapludol Típico consociado con Hapludoles Thapto árgicos en rotación maíz/soja continua desde 1991 (Díaz-Zorita et al. 2004). Los cultivos de soja (variedad DM 4800) se sembraron con semillas inoculadas con *B.japonicum* durante el mes de noviembre a una distancia de 52 cm entre hileras y a una densidad de 300000 plantas ha<sup>-1</sup>.

El diseño experimental fue en bloques completos aleatorizados con parcela dividida y 3 repeticiones. La parcela principal corresponde

al sistema de labranza: SD = siembra directa continua desde 1991, AR = labranza con arado de reja desde 1991, LV = labranza vertical con cincel desde 1991, SD/P = siembra directa sobre pastura de festuca desde 2001 y SD/D = siembra directa sobre lote degradado desde 2001. En las subparcelas se ubicaron los tratamientos de Fertilización con P (50 kg ha<sup>-1</sup> de fosfato monoamónico) y testigos sin fertilizar (P0).

Previo a la siembra se determinaron los niveles de Pe del suelo (0-20 cm) (Bray y Kurtz 1, 1945). Se midió la producción de materia seca de los cultivos (MS) en estadios de v5 y R2 y la cantidad de nódulos planta<sup>-1</sup> en R2. En madurez fisiológica se determinó la producción de granos y componentes de rendimiento (número de granos m<sup>-2</sup> y peso individual de los granos). Los resultados se analizaron por ANOVA, prueba de diferencia de medias (LSD <0,05) y análisis de regresión.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La producción de materia seca (MS) en estadios de v5 de los cultivos varió entre 760 y 1920 kg ha<sup>-1</sup> mostrando diferencias altamente significativas entre sistemas de labranza. Las parcelas bajo laboreo presentaron en promedio mayor producción de materia seca que las parcelas bajo siembra directa. Estos resultados se deberían fundamentalmente a la ocurrencia de menor temperatura de suelo en los sis-

temas sin remoción (datos no presentados). El agregado de P indujo a aumentos significativos ( $p < 0,01$ ) en la producción de biomasa inicial de los cultivos, independientemente del sistema de labranza. En promedio (sobre todos los tratamientos de labranzas) los cultivos fertilizados produjeron  $470 \text{ kg ha}^{-1}$  de MS adicional (Figura 11).

La respuesta en producción de MS según tratamientos de fertilización con P disminuyó al incrementarse los niveles de Pe (Figura 22).

En estadios de R2, la cantidad de MS de soja varió entre  $2240$  y  $3600 \text{ kg ha}^{-1}$  sin encontrarse diferencias significativas entre los sistemas de labranza ( $p < 0,53$ ). Estos resultados son similares a los reportados por Yusuf et al. (1999) que describieron que el menor crecimiento inicial de los cultivos en sistemas de siembra directa fue compensado por mayores tasas de crecimiento en estadios reproductivos. Los tratamientos fertilizados produjeron en promedio  $360 \text{ kg ha}^{-1}$  más MS que los no fertilizados ( $p < 0,35$ ) (Figura 33).

La cantidad de nódulos por planta no se modificó por el sistema de labranza ni por los tratamientos de fertilización con P y fue en promedio de  $29$  nódulos planta $^{-1}$ , cantidad que se estima no limitante para una adecuada nutrición nitrogenada del cultivo (Fernández Canigia y Díaz-Zorita 2004). No se observó una relación entre la cantidad de nódulos y los niveles de Pe del suelo.

La producción de grano varió entre  $3760$  y  $4200 \text{ kg ha}^{-1}$ . En las condiciones de este estudio, no se detectaron evidencias que muestren diferencias significativas en la producción de grano y sus componentes según el sistema de labranza y tratamiento de fertilización con P (Cuadro 1 y Cuadro 2). Tampoco se encontraron interacciones significativas entre sistema de labranza y tratamiento de fertilización con P ni correlaciones entre la producción de grano y los niveles de Pe del suelo.

Los efectos de los sistemas de

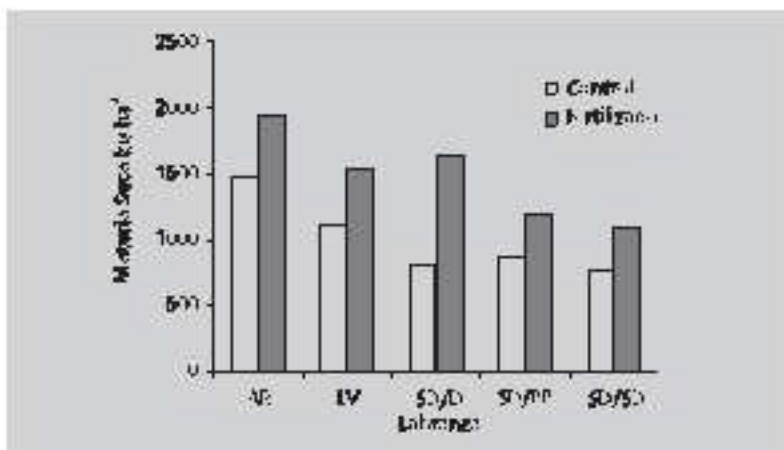


Figura 11. Materia seca de soja ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) en estadios de V5 según sistemas de labranza y tratamientos de fertilización con P.

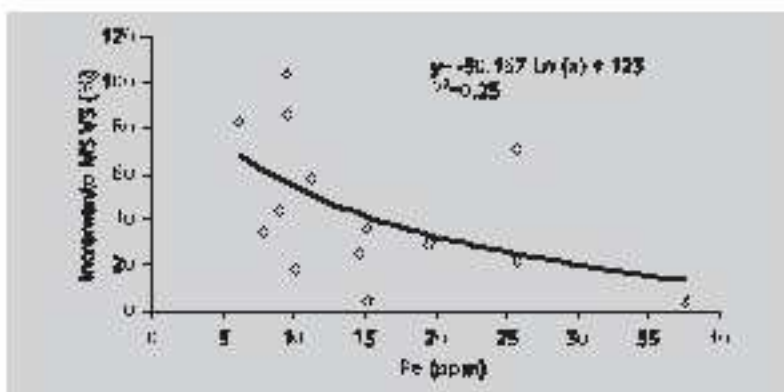


Figura 2. Incremento de Materia seca de soja [Fertilizado - P0] / P0-1 en estadios de v5 según niveles de Pe.

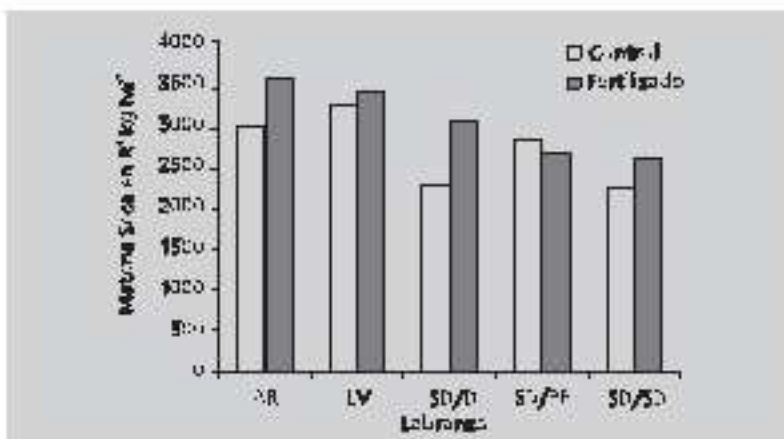


Figura 3. Materia Seca de soja ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) en estadios de R2 según sistemas de labranza y tratamientos de fertilización con P.

labranza sobre la producción de soja son coincidentes con observaciones en el área bajo estudio tanto en condiciones experimentales (Díaz-Zorita, Duarte 2002) como en lotes de producción (Díaz-Zorita et al 2002).

La falta de respuesta en rendimiento al agregado de P, aún cuando se observó mayor biomasa inicial en los tratamientos fertilizados, puede deberse a que en los ambientes explorados la sensibilidad a la falta de P en soja en estadios vegetativos sería mayor en condiciones medias de P inferiores. Esta hipótesis podría sustentarse en que en los primeros estadios de los cultivos se requeriría de niveles de Pe mayores



Cuadro 1. Producción de grano y componentes de rendimiento de soja según sistemas de labranza. Promedio de 2 tratamientos de fertilización. PMG= Peso individual de los granos. Letras iguales indican diferencias no significativas ( $p < 0.05$ )

Labranza	Rendimiento (kg ha <sup>-1</sup> )	Granos (granos m <sup>-2</sup> )	PMG (mg grano <sup>-1</sup> )
LC	4199 a	2075 a	203 a
LV	3970 a	1990 a	200 a
SD/D	4171 a	2101 a	199 a
SD/P	4137 a	2130 a	197 a
SD	3760 a	1987 a	191 a

Cuadro 2. Producción de grano y componentes de rendimiento de soja según tratamientos de fertilización con P. Promedio de 5 sistemas de labranza). Letras iguales indican diferencias no significativas ( $p < 0.05$ ).

Fertilización	Rendimiento (kg ha <sup>-1</sup> )	Granos (granos m <sup>-2</sup> )	PMG (mg grano <sup>-1</sup> )
Control sin fertilizar	4037 a	2058 a	198 a
Fertilizados	4057 a	2056 a	199 a

porque las raíces exploran un limitado volumen del suelo, mientras que en estadios más avanzados (durante los que se definen los componentes de rendimiento de mayor relevancia en la producción de granos), el nivel crítico de Pe sería mayor.

Otro factor a considerar en el presente estudio puede ser la ocurrencia de factores limitantes al rendimiento potencial que no permitieron expresar las diferencias en rendimiento entre cultivos que alcanzaron diferente biomasa en estadios tempranos. No obstante se requieren de estudios adicionales para corroborar dichas hipótesis.

#### BIBLIOGRAFÍA

- „ Díaz-Zorita M, Duarte GA, Grove JH. 2002. A review of no-till systems and soil management for sustainable crop production in the subhumid and semiarid pampas of Argentina. *Soil Till. Res.*
- „ Díaz-Zorita M, Duarte GA. 2002. En la pampa arenosa: labranza cero en girasol y soja. *IDIA XXI II*: 107-110
- „ Díaz-Zorita, M; Barraco, M; Alvarez, C. 2004. Efecto de doce años de labranzas sobre un hapludol del noroeste bonaerense. *Ciencia del Suelo* 22: 11-18.
- „ Díaz- Zorita M, Grosso G, Fernández Canigia MV, Duarte G. 1999b. Efectos de la ubicación de un fertilizante nitrógeno - fosfatado sobre la nodulación y la producción de soja en siembra directa en la región de la pampa arenosa. *Ciencia del Suelo* 17: 62-65.
- „ Fernández Canigia MV, Díaz- Zorita M. 2004. Nodulación y producción de soja en la Región Pampeana. Resúmenes del XIX Congreso Argentino de la ciencia del Suelo. II Simposio Nacional de Suelos Vertisólicos. Paraná, Entre Ríos. 22 al 25 de junio de 2004. En CD.
- „ Fontanetto H, Díaz- Zorita M, Vivas H. 2004. Inoculación y fertilización con fósforo y azufre sobre la nodulación y los rendimientos de soja. Resúmenes del XIX Congreso Argentino de la ciencia del Suelo. II Simposio Nacional de Suelos Vertisólicos. Paraná, Entre Ríos. 22 al 25 de junio de 2004. En CD.
- „ Melgar RJ.; Frutos E; Galetto ML; Vivas HS. 1995. El análisis de suelo como predictor de la respuesta de la soja a la fertilización fosfatada. En. Primer Congreso Nacional de Soja. Segunda Reunión Nacional de Oleaginosos. Manejo y Producción de Soja. Tomo 1. 167-174.
- „ Yusuf; Siemens J, Bullock D. 1999. Growth análisis of soybean under no tillage and conventional tillage systems. *Agronomy Journal* 91: 928-933.