|| Evaluación de la fertilización foliar en soja. Resultados de la campaña 2006/07

Paraná, viernes 28 de diciembre de 2007

Pedro Barbagelata

Ricardo Melchiori

Introducción

El cultivo de soja posee una elevada demanda de nutrientes. Los nutrientes requeridos por el cultivo y la fracción exportada por tonelada de grano producido superan ampliamente a los de los restantes cultivos extensivos comunes en la región.

La intensificación de la agricultura en general y la mayor participación de la soja en las rotaciones de cultivos en particular, sumado a la baja reposición de nutrientes aportados vía fertilización han provocado una marcada disminución del estado de fertilidad actual de la mayoría de los suelos de la región. Esta declinante fertilidad de los suelos y el consiguiente déficit nutricional para los cultivos debería ser compensado vía fertilización para alcanzar la sostenibilidad y competitividad del sistema productivo.

Los experimentos de respuesta a la fertilización en soja generalmente han evaluado la respuesta a la aplicación de macronutrientes, principalmente fósforo (P) y también azufre (S) en la región pampeana. Sin embargo, sólo recientemente se ha comenzado a estudiar la utilización de otros nutrientes esenciales para el cultivo y/o la nodulación y fijación biológica de nitrógeno, como son los micronutrientes boro (B), zinc (Zn), cobalto (Co) y molibdeno (Mo), y hasta el momento los resultados de estas experiencias han sido variables.

El objetivo de este trabajo es explorar la respuesta en rendimiento del cultivo de soja en siembra directa a la aplicación de fertilizantes compuestos por macro y micronutrientes aplicados por vía foliar mediante ensayos instalados en distintos ambientes de la región.

arriba

Materiales y Métodos

Durante la campaña 2006/07 se implantaron siete ensayos, en sitios con suelos representativos de la provincia de Entre Ríos (Cuadro 1). Los ensayos fueron implantados en siembra directa, sobre distintos antecesores, en todos los casos las semillas de soja se curaron e inocularon con cepas de *Bradyrhizobium japonicum* (distintos productos comerciales) previo a la siembra. El resto de las prácticas de manejo del cultivo (control de malezas, plagas y enfermedades) fueron las adoptadas por el productor. Todos los ensayos recibieron una fertilización de base que incluyó 15 a 20 kg de P/ha y 10 a 15 kg de S/ha al momento de la siembra.

Cuadro 1. Manejo de los sitios evaluados y Subgrupo de suelo de cada sitio.

Sitio	Antecesor	Cultivo	Cultivar	GM	Fecha de siembra	Tipo de suelo
Paraná Anexo L9	Maiz	Soja 1ª	LAE 9649001	5,8	30/11/06	Argiudol vértico
Paraná EEA L2a	Soja	Soja 1ª	LAE 9649001	5,8	28/12/06	Argiudol ácuico
Paraná EEA L5v	Trigo	Soja 2ª	INTA 629	6	29/12/06	Argiudol ácuico
María Grande Norte	Soja	Soja 1ª	TJ 2070	7	14/12/06	Peluderte argiudólico
María Grande Sur	Soja	Soja 1ª	TJ 2070	7	13/12/06	Peluderte argiudólico
Las Tunas Casa	Trigo	Soja 2ª	A 6411	6	12/12/06	Peluderte árgico
Las Tunas Norte	Trigo	Soja 2ª	A 6126	6,2	28/12/06	Peluderte árgico

En cada sitio se empleó un diseño en bloques completos aleatorizados con cuatro repeticiones, con un tamaño de parcelas de 4 surcos de ancho (0.525 m de distancia entre surcos) por 12 m de largo. Se evaluaron cinco tratamientos:

1. Testigo, sin el agregado de fertilizantes foliares.

2. Co y Mo (200 cc/ha de Teprosyn CoMo aplicado en el estadío V3-4)

3. Co y Mo + B (1.5 l/ha de Bortrac, aplicado en el estadío R1)

4. Co y Mo + B + Zn (1 l/ha de Zintrac, aplicado en el estadío V3-4)

5. Co y Mo + B + Zn + K y S (4 kg/ha de Kristasol KS [9-0-47-5], aplicado en el estadío R1)

Los fertilizantes foliares se aplicaron en forma manual con mochila con gas presurizado en los estadios descriptos anteriormente (Figura 1).

Se realizó muestreo de suelo a la siembra del cultivo a 0.2 m de profundidad para caracterizar químicamente los distintos sitios, cuyos resultados se presentan en el Cuadro 2. Se tomaron muestras de hojas en plena floración (estadio R2) recolectando 40 hojas (último foliolo completamente desarrollado) en los tratamientos testigo de 6 de los 7 sitios incluidos en este trabajo, para analizar la composición nutricional de los mismos.

El rendimiento de granos del cultivo se determinó mediante cosecha manual de 5.25 m^2 o mecánica, con cosechadora de parcelas, sobre una superficie de 18.9 m2 en cada unidad experimental. Los resultados se ajustaron a humedad uniforme del 13,5%. Los resultados de rendimiento se analizaron utilizando el paquete estadístico InfoStat.

Figura 1. Aplicación de fertilizantes foliares en soja en forma manual con mochila al estadío V3 en uno de los sitios evaluados

Cuadro 2. Caracterización química (0-20 cm) de los suelos en los 7 sitios*, al momento de la siembra.

Sitio	MO	pH	P	Ca	Mg	Na	K
	--- % ---		---------- ppm ----------				
Paraná Anexo L9	2.8	7.7	1.6	10644	473	33.4	486
Paraná EEA L2a	2.4	6.2	23.8	3255	548	36.8	571
Paraná EEA L5v	2.7	6.4	21.4	3997	573	27.6	639
María Grande Norte	4.0	6.5	5.0	6002	856	76.5	320
María Grande Sur	3.8	6.1	4.7	4148	847	71.3	403
Las Tunas Casa	4.1	7.1	6.6	7581	548	46.0	454
Las Tunas Norte	3.5	7.4	6.2	8062	723	212.8	436

*Análisis realizados por el laboratorio Humus (¿?)

arriba

Resultados

Las condiciones climáticas de la región, particularmente las precipitaciones, durante la campaña 2006/07 fueron favorables para el crecimiento de los cultivos de verano. No obstante esto, el rendimiento promedio de los siete sitios evaluados fue de 24 qq/ha, el de menor rendimiento fue Las Tunas Norte, con 19 qq/ha y el de mayor rinde fue Paraná EEA L5v con 30 qq/ha (Cuadro 3). Los rendimientos más bajos se pueden explicar por el retraso en la fecha de siembra respecto a la óptima, debido a cuantiosas precipitaciones durante diciembre (sitios Las Tunas Norte y Paraná EEA L2a) y a condiciones de suelos con alto contenido de CO_3Ca que afectaron el normal desarrollo del cultivo (sitio Anexo L9). En los sitios que se logró

implantar en fecha, las intensas precipitaciones ocurridas durante diciembre provocaron una emergencia despareja y, en algunos casos, desuniformidad en los stand de plantas logrados (sitios Las Tunas Casa y Norte).

Los tratamientos de fertilización foliar con micro y/o macronutrientes no afectaron significativamente el rendimiento en granos de soja en el promedio de los 7 sitios evaluados (Figura 2) ni el de ninguno de los sitios en particular (Cuadro 3).

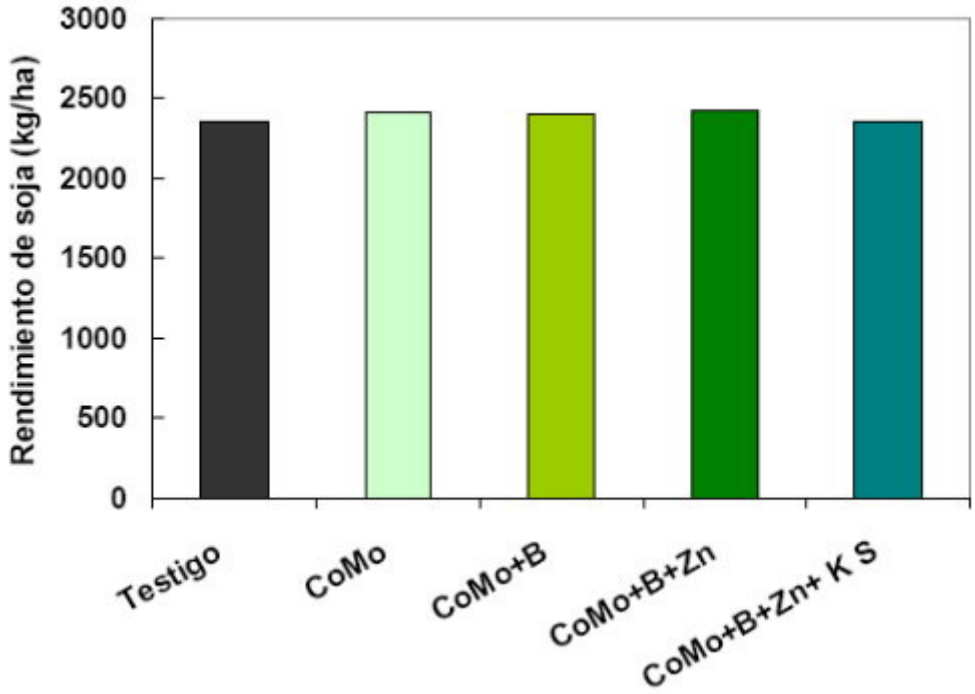

Figura 2. Rendimiento promedio de soja según tratamientos de fertilización foliar aplicados al cultivo en los siete sitios evaluados en Entre Ríos en la campaña 2006/07.

Cuadro 3. Rendimiento de soja (kg/ha) según sitios y tratamientos de fertilización foliar evaluados.

Sitio	Tratamiento					Media Sitio
	Testigo	CoMo	CoMo+B	CoMo+B +Zn	CoMo+B +Zn+K S	
	----------	----------	----------	Kg/ha ----------	----------	----------
P. Anexo L9	2032	2074	2129	2018	1926	*2036*
P. EEA L2a	2054	2021	1998	2005	2003	*2016*
P. EEA L5v	2936	3003	3016	3270	2933	*3032*
MG Norte	2709	2650	2596	2672	2655	*2656*
MG Sur	2436	2588	2660	2537	2585	*2561*
LT Casa	2411	2638	2458	2445	2551	*2501*
LT Norte	1951	1880	1893	1977	1836	*1908*
Media Tratamiento	*2361*	*2408*	*2393*	*2418*	*2356*	

A pesar de la ausencia de respuesta al agregado de fertilizantes foliares en soja, los análisis de muestras de hojas tomadas en los tratamientos testigo indicaron deficiencias generalizadas en Zn, B y Mo, así como también en cobre (Cu), aunque la aplicación de este último nutriente no fue evaluada en este trabajo (Cuadro 4). A nivel de macronutrientes también se observó niveles de S en hojas por debajo del rango considerado optimo en todos los ensayos, a pesar de que los sitios fueron fertilizados con este nutriente al momento de la siembra y que tampoco respondieron al agregado de S por vía foliar al estadio R1. Esto indicaría la necesidad de seguir investigando para encontrar los motivos de esta falta de respuesta de la soja a la aplicación de nutrientes/micronutrientes a pesar de mostrar una composición nutricional en hojas por debajo de niveles de referencia, como fue el caso en estas experiencias. De la misma manera esta información también revela la necesidad de desarrollar niveles de suficiencia de nutrientes en hoja a nivel local, que podrían diferir de los valores encontrados en el exterior que son los que actualmente se utilizan como referencia.

Cuadro 4. Composición nutricional de hojas de soja al estadío R2

Elemento	Valores de Referencia*	Sitio					
		P. Anexo L9	P. EEA L2a	P. EEA L5v	MG Norte	MG Sur	LT Casa
	----------	----------	----------	%	----------	----------	----------
Nitrógeno	5.0-6.0	4.7	5.0	5.3	5.1	5.1	3.7
Fósforo	0.3-0.4	0.44	0.51	0.53	0.37	0.40	0.32
Potasio	2.0-2.5	3.3	3.2	3.0	2.9	3.1	2.9
Calcio	0.8-1.2	1.20	0.93	0.89	0.74	0.81	0.97
Magnesio	0.3-0.5	0.42	0.30	0.30	0.29	0.31	0.28
Azufre	0.3-0.4	0.16	0.15	0.14	0.13	0.14	0.10
	----------	----------	----------	ppm	----------	----------	----------
Manganeso	10-100	246	73.3	84.0	46.8	53.3	49.0
Cobre	10-30	8.7	8.5	9.1	7.9	8.0	8.5
Hierro	80-200	54.5	90.3	112.3	65.8	71.0	58.5
Zinc	40-50	21.5	22.0	35.7	30.9	26.4	18.6
Boro	60-100	46.4	41.8	53.0	55.5	58.1	65.2
Molibdeno	1.0-20.0	4.9	0.32	0.14	0.57	0.28	0.34

*Análisis realizados por el laboratorio Megalab

Lamentablemente no se analizó el contenido de micronutrientes en las muestras de suelo extraídas a la siembra del cultivo, para intentar descifrar si las deficiencias nutricionales observadas a nivel foliar estuvieron asociadas a deficiencias de esos nutrientes en el suelo o fueron debidas a otro/s factor/es.

arriba

Comentarios finales

Los resultados encontrados en este trabajo no son concluyentes respecto a los beneficios potenciales de la fertilización foliar con macro y micronutrientes sobre el rendimiento del cultivo de soja.

Los resultados de los análisis foliares encontrados en este trabajo, así como resultados de análisis de suelos y foliares encontrados en otras experiencias conducidas en Entre Ríos y en el resto de la región pampeana por el INTA indicarían la existencia de nutrientes, particularmente el boro y el zinc, con concentraciones que están por debajo de los rangos considerados óptimos. Esto marca la necesidad de continuar e intensificar la actividad experimental a nivel local para encontrar las posibles causas de la aleatoridad de las respuestas en rendimiento de soja a la aplicación de estos y otros micronutrientes encontradas hasta el momento y, sobre todo, la importancia de generar información en cantidad y calidad para desarrollar niveles o rangos de suficiencia de nutrientes tanto en suelo como en hoja, para soja y otros cultivos de importancia en la región.

arriba

Agradecimientos

A la empresa Yara Argentina que proveyó los fertilizantes foliares utilizados en los ensayos y costeó los análisis de suelo y foliares. A los Ings. Agrs. Gaspar Brondi y P. Antonio Barbagelata que cedieron sus lotes y cultivos para la realización de algunos de estos ensayos. Al personal de la EEA Paraná de INTA que colaboró durante el desarrollo de esta actividad.