

FERTILIZACIÓN EN SOJA CON MICRONUTRIENTES.

Ensayos exploratorios. Campaña 2004/2005.

Ings. Agrs. Fernando Martínez y Graciela Cordone. INTA Casilda

Introducción

Soja es el principal cultivo nacional. En la campaña 2004/2005 se sembraron aproximadamente 14.000.000 ha sumando soja de 1ª. y soja de 2ª.. Se sembraron 11,5 millones ha (82%) en la llanura pampeana, 1 millón ha (7%) en NOA y 1,5 millones (11%) en NEA incluyendo el Este de Santiago del Estero. El área de siembra continuará aumentando en próximas campañas. Esta inmensidad geográfica sembrada con soja permite asegurar que el cultivo encontrará ambientes edafoclimáticos marcadamente diferentes, en particular en cuanto a la oferta de macro y micronutrientes y a disponibilidad hídrica.

En nuestro país, la productividad del cultivo presenta una ganancia anual pequeña, comparada con trigo, maíz, girasol o sorgo. Su potencial productivo se estima en un 45% del de maíz. Sin embargo, su grano, que es a la vez proteico y energético, indica la especificidad de la soja, diferente de todos los otros grandes cultivos extensivos. El mejoramiento genético presenta limitaciones mayores que en otros cultivos, de allí que la demanda de mayor producción del mercado debe cubrirse mediante el aumento de la superficie de siembra, desplazando a cultivos tradicionales o avanzando sobre la frontera agrícola.

El cultivo de soja es mucho más complejo que el cultivo de gramíneas para grano como maíz o sorgo e incluso que una compuesta como girasol. Su contenido proteico y la calidad de su proteína lo erigen como insustituible para la industria de alimentos balanceados a nivel mundial. El mecanismo que permite esas características del grano es la **Fijación Biológica de Nitrógeno (FBN)**, por simbiosis con colonias de bacterias del género Bradyrhizobium. Si se asegura la provisión de los nutrientes necesarios para el funcionamiento de la FBN, la soja puede producir relativamente bien en suelos de baja fertilidad; si en cambio se pretenden altos rendimientos se torna muy exigente en nutrientes.

Soja y micronutrientes

Soja se fertiliza con macronutrientes a escala global, en particular con Fósforo, Potasio y Azufre, sea por aplicación directa o por aplicación residual. De los grandes productores mundiales solamente Brasil fertiliza el cultivo con micronutrientes a escala nacional debido a la extremadamente baja fertilidad natural de sus suelos comparados con los de Argentina y USA. Molibdeno (Mo) y Zinc (Zn) se presentan comúnmente deficientes en Brasil y se corrigen por fertilización; Boro (B) se presenta deficiente en suelos con encalado excesivo con mayor frecuencia que en suelos ácidos y también se corrige por fertilización. Cobalto (Co) y Manganeseo (Mn) son también aplicados. Cloro (Cl) no es usualmente considerado porque se utiliza Cloruro de Potasio como fuente potásica y se cubren ampliamente sus requerimientos. Hierro (Fe) es otro micronutriente necesario pero en general existe buena provisión en los suelos.

Cantidad de nutrientes absorbidos y exportados en Soja
EMBRAPA, CNPSoja. Londrina, Pr. (1993)

MACRONUTRIENTES (kg/t)							
	N	P	K	S	Ca	Mg	
Total	82	7,5	24,5	15,4	12,2	6,7	
Rastrojo	31	2,5	7,5	10	9,2	4,7	
Grano	51	5,0	17	5,4	3,0	2,0	
MICRONUTRIENTES (g/t)							
	B	Cl	Mo	Cu	Fe	Mn	Zn
Total		260	7				
Rastrojo		23	2				
grano	2,0	237	5	10	70	30	40

Capacidad de respuesta de Soja a mayor disponibilidad de micronutrientes
Adaptada de Malavolta y Kliemann (1985)

micronutriente	Respuesta
Molibdeno (Mo)	Media
Zinc (Zn)	Media
Boro (B)	Media
Cobre (Cu)	Baja
Manganeso (Mn)	Alta
Hierro (Fe)	Alta
Cobalto (Co)	Baja

Cobalto y **Molibdeno** son específicamente importantes en la FBN.

Co participa como componente de la vitamina B₁₂, precursora de la leghemoglobina, indispensable para la FBN; Mo participa en varias molibdo-enzimas, como la nitrogenasa, transportadora de electrones en la reducción del N₂, indispensable también en la FBN.

Soja es una planta poco exigente en **Boro**, sin embargo la falta de este nutriente en floración puede tener efectos marcadamente negativos, presentando muerte de brotes, inhibición de la floración y aborto de flores.

Soja es sensible tanto al exceso como a la deficiencia de **Manganeso**, y tiene alta capacidad de respuesta a su aplicación.

La deficiencia de **Zinc** en soja produce internodios cortos y tallos rígidos y rectos, afectando el desarrollo de la planta.

Una deficiencia severa de **Cobre** en soja produce un atrofia muy grave de la planta, con hojas cloróticas o verde-azuladas, con crecimiento desigual del limbo foliar.

Los micronutrientes en la Argentina

El primero y hasta hoy único estudio a escala macroregional sobre la situación nutricional de los suelos en la Argentina, incluyendo micronutrientes, fue el trabajo coordinado por Mikko Sillanpää, encargado y publicado por FAO en 1982:

“Micronutrients and the nutrient status of soils”. La recolección de muestras en la Argentina se hizo en la región Pampeana Norte, sobre el eje Chacabuco, BA - Bell Ville, Cba, y en la región Pampeana Sudeste, en el área comprendida entre Mar del Plata, Tandil y Tres Arroyos, BA.

Las conclusiones del estudio determinaron posibles deficiencias de Cu y Zn, con niveles relativamente bajos para los parámetros mundiales. No se encontraron deficiencias para B, Fe, Mn o Mo. Co, particularmente importante para soja no fue estudiado.

Los 30 años transcurridos entre este estudio y la actualidad transformaron la agricultura pampeana. A partir del Centro-Sur de SF, área estudiada en el trabajo de FAO, el cultivo de soja se expandió por toda la región Pampeana Norte, ocupando áreas muy diferentes de las estudiadas y también por otras regiones. El mismo cultivo de soja, con un patrón de extracción de nutrientes diferente a los cultivos que lo antecedieron en la ocupación del territorio, seguramente contribuyó a modificar el estado nutricional de los suelos.

Los trabajos realizados en los últimos años indican que los micronutrientes con mayor potencial de deficiencia en la llanura Pampeana serían Boro, asociado a la disminución de la Materia Orgánica (MO) y Zinc, asociado a una levemente baja dotación natural y al cultivo reiterado de maíz que es muy exigente en Zn.

Lamentablemente no se cuenta con un “Patrón Nutricional” de soja para las regiones de cultivo en nuestro país; de manera que la búsqueda de deficiencias debe asociarse a los ensayos de respuesta al agregado de macro y micronutrientes.

Objetivo del trabajo

Explorar la respuesta del cultivo de Soja de 2ª. a la aplicación foliar de micronutrientes Zinc y Boro.

Tratamientos seleccionados

1. Testigo
2. Zinc
3. Boro
4. Zinc + Boro
5. Mix completo

Donde corresponda se incluyó el agregado de Calcio como activador del Boro

Descripción de los productos utilizados

2. Zinc: Basfoliar Zinc 100 Floable 100% P/V
 3. Boro : Basfoliar Boro SL 13,3% P/V
 5. Mix completo: Fetrilon Combi: Mg 1,2% + S 2,8% + Fe 4% + Zn 4% + Mn 3% + B 1,5% + Cu 0,5% + Mo 0,05% + Co 0,005%
- En su caso se agregó Basfoliar Ca SL

Ensayos

Se informan 2 de 3 ensayos-sitios sembrados. Uno se perdió por retiro de estacas y por carecer de posicionador satelital.

Se utilizaron cultivos de Soja de 2ª. sobre trigo con excelente manejo nutricional y de protección (inclusive con monitoreo de plagas y de enfermedades)

sitio	cv	D (m)	siembra	cosecha	Fertilización residual	Aplicación Micronutrientes
Camilo Aldao	Tj 2049	0,35	02/dic/04	07/abril/05	P30+S24	R2
Los Molinos	ADM 3700	0,38	08/dic/04	05/abril/05	P18+S17	R1

Diseño/Aplicación

Franjas de 9m x 740m y de 9m x 250m para ambos ensayos con tres y con dos repeticiones respectivamente.

Aspersión foliar con equipos de arrastre; barra de picos a 0,35m; pastillas abanico plano (plásticas); volumen 220 l/ha, logrando 27 y 32 gotas/cm² promedio.

Análisis de suelo (a la siembra de la Soja de 2ª.)

Nutrientes en ppm (mg/kg)

	Serie	MO (%)	Nt (%)	pH	PBray	S-sulf
C. Aldao	Hansen 1	2,48	0,138	5,4	21	9
Los Molinos	Casilda 2	2,75	0,141	5,54	12	11

Lluvias

Durante la campaña 2004/2005 llovieron 712 y 618mm durante el ciclo del cultivo en ambos sitios. En Camilo Aldao no se presentaron síntomas de stress hídrico en ningún momento del ciclo. Sin embargo, en Los Molinos hubo un corto período de stress entre R1 y R3.

Resultados

Sitio Camilo Aldao, Córdoba

Rendimientos en kg/ha

n	tratamiento	I	II	III	promedio
1	Testigo	3101	3279	3224	3201
2	Zn (0,400 l/ha)	3359	3099	3198	3119
3	B+Ca (0,400 l/ha+1l/ha)	3204	3077	3459	3247
4	Zn+B+Ca (2+3)	3120	3461	3386	3322

Sitio Los Molinos, Santa Fe
Rendimientos en kg/ha

n	Tratamiento	I	II	promedio
1	Testigo	3681	4000	3841
2	Zn (0,400 l/ha)	3804	4080	3942
3	B+Ca (0,400 l/ha+1l/ha)	3940	4127	4034
4	B (0,400 l/ha)	3931	4156	4044
5	Zn+B (2+4)	3992	4204	4098
6	Fetrilon Combi (0,150 kg/ha)	4174	4232	4203

Discusión

Sitio Camilo Aldao

No se observaron diferencias entre tratamientos. La condición edafoclimática (buenas lluvias y alta fertilidad) produjo vuelco del cultivo, produciéndose pérdidas por enfermedad.

Sitio Los Molinos

Se observaron diferencias a favor de todos los tratamientos ensayados. El mejor comportamiento se obtuvo con 150 g/ha de Fetrilon Combi. Sin embargo, todos los tratamientos con **B** produjeron incrementos sobre el testigo. Es probable que la coincidencia entre el máximo requerimiento de **B** por el cultivo (R1 a R3) y el stress hídrico presentado en ese estadio haya permitido que la aplicación de B previa al stress produjera el cuaje de mayor número de granos, lo que redundó en mayor rendimiento por ha. Esta inferencia podría haberse confirmado de haberse analizado componentes de rendimiento.

Comentarios

La información disponible no es concluyente respecto a cual/cuales nutrientes son regionalmente deficientes para soja; sin embargo, a medida que se desarrollan trabajos exploratorios es más frecuente encontrar respuesta a Boro y Zinc, producto de las condiciones analizadas en la Introducción de este informe. En el sitio Los Molinos el cultivo respondió a la aplicación de B solo o en combinaciones con otros nutrientes.

El único mecanismo recomendable para desarrollar el mercado de micronutrientes en soja es aumentar la actividad experimental en cantidad e intensidad, ajustando la técnica a situaciones locales y en condiciones reales de producción. Solo así será consistente la información que abra el mercado.