

MICRONUTRIENTES Y FOSFITOS EN SOJA

UCT Agrícola - Área de Desarrollo Rural INTA EEA Pergamino
Proyecto Regional Agrícola. CRBAN
Campaña 2011/12

Ings. Agrs. Gustavo Ferraris y Lucrecia Couretot

*Proyecto Regional Agrícola-CERBAN. Área de Desarrollo Rural INTA EEA Pergamino.
Av Frondizi km 4,5 (B2700WAA) Pergamino nferraris@pergamino.inta.gov.ar*

INTRODUCCIÓN

Durante mucho tiempo, los factores nutricionales han sido variable relegada dentro del manejo del cultivo, ya que se consideraba a la soja una especie con escasa o nula capacidad de respuesta. Sin embargo, el paulatino agotamiento de los nutrientes en el suelo junto a una demanda en sostenido crecimiento gracias a la mejora en la genética y las prácticas de manejo han aumentado las necesidades nutricionales, siendo habitual determinar incrementos significativos en los rendimientos como respuesta a la mejora en la provisión de nitrógeno (N) por medio de la inoculación, así como también por el aporte de fósforo (P) y azufre (S) agregados al suelo.

En cultivos de alto rendimiento o sobre suelos altamente degradados, otros elementos, denominados micronutrientes, podrían limitar la producción (Ferraris & Couretot, 2008). El término “micronutriente” es utilizado en agricultura para denominar aquellos elementos esenciales para los cultivos, que se presentan en concentraciones extremadamente bajas en los suelos y tejidos vegetales (Torri et al., 2010). Para el caso de soja, existe evidencia de que Boro (B), Cobalto-Molibdeno (CoMo), Manganeso (Mn) y Zinc (Zn) podrían ser potencialmente limitantes en la Región Pampeana Argentina (Ferraris et al., 2005; Ferraris, 2011, Fontanetto et al., 2006) y otras regiones del mundo (Scheid López, 2006; Prochnow, 2009)

Últimamente, se ha intentado mejorar la sanidad estimulando las reacciones naturales de las plantas frente a los patógenos. Con este fin, la utilización de fosfitos en agricultura es una tecnología emergente en cultivos extensivos. Son derivados del ácido fosforoso, y se caracterizan por su alta movilidad en xilema y floema. Se atribuyen incrementos de rendimiento por un efecto nutrición, antifúngico especialmente sobre Oomycetes, y por la inducción de las defensas naturales de las plantas.

El objetivo de esta experiencia fue estudiar el efecto sobre el rendimiento de soja de tratamientos que contienen fosfitos y micronutrientes en soja. Hipotetizamos que 1. La aplicación de diferentes nutrientes por vía foliar durante la etapa crítica incrementa los rendimientos vía la supresión de deficiencias de nutrientes específicos, un aumento en la tasa del crecimiento del cultivo, mejor tolerancia ante situaciones de estrés moderado, y una mayor duración del área foliar explicada por cambios en el balance hormonal y mayor concentración de N en tejidos. 2. Los tratamientos que incorporan B obtienen ventaja sobre el resto por ser el microelementos más importante para soja en la región y 3. Los fosfitos incrementan los rendimientos a través de un doble efecto sobre la sanidad y nutrición de las plantas.

Palabras clave: Soja, micronutrientes, boro, fosfitos, sanidad, nutrición

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se implantó en la localidad de Pergamino, sobre un suelo Serie Pergamino, fase ligeramente erosionada, de muy buena productividad. Los tratamientos fueron aplicados en soja de primera. La siembra se realizó el día 10 de noviembre, con la variedad Nidera A 5009 RG, en hileras espaciadas a 0,52 m. El sitio experimental registra una rotación agrícola continua con varios cultivos de soja en la secuencia. El antecesor fue maíz. Durante el ciclo se realizaron tres aplicaciones de

Glifosato, a la dosis de 3ha^{-1} acompañadas de un coadyuvante. Las parcelas se mantuvieron totalmente libres de malezas y plagas. La descripción de los mismos de detalla en la Tabla 1.

Tabla 1: *Tratamientos con micronutrientes, fungicidas y fosfitos en soja. Pergamino. Campaña 2011/12.*

Nº	Tratamientos	Dosis (ml ha ⁻¹)	Estadío de Aplicación
T1	Testigo		
T2	Fertideg Max	4000	R1
T3	Fertideg Max+ Tebuconazole + Carbendazim	4000 + 500 + 500	R1 + R3 R3 R3
T4	Fertideg Max	4000 + 4000	R1 + R3
T5	Fertideg Max + K PO ₃	4000 + 1000	R1 + R3 R1
T6	Fertideg Max + Boro NF	4000 + 5000	R1 + R3 R1
T7	Fertideg Max Amistar	4000 + 3000	R1 + R3 R3
T8	Fertideg Max Mn PO ₃	4000 + 500	R1 + R3 R1

R1 Primera flor visible. **R3** (vainas < 2 cm) de acuerdo a la escala de Fehr y Caviness, 1974.

Previo a la siembra, se realizó un análisis químico de suelo por bloque, cuyos resultados promedio se expresan en la Tabla 2.

Tabla 2: *Análisis de suelo al momento de la siembra, promedio de cuatro repeticiones.*

Prof	pH		Materia Orgánica	N total	Fósforo disponible	N-Nitratos (0-20) cm	N-Nitratos suelo 0-60 cm	S-Sulfatos suelo 0-20 cm
	agua 1:2,5		%		mg kg ⁻¹	ppm	kg ha ⁻¹	ppm
0-20	5,4		3,39	0,170	14,3	31,3	125	12,2
	Magnesio	Potasio	Calcio	Zinc	Manganeso	Cobre	Hierro	Boro
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
0-20	161	500	1573	0,90	52,3	1,86	131,8	0,6

Las aplicaciones de fertilizante foliar fueron realizadas con mochila manual de presión constante. La misma cuenta con un botallón aplicador de 200 cm provisto de 4 picos a 50 cm y pastillas de cono hueco 80015 que a una presión de 2 kg permiten asperjar 100 l ha^{-1} . Las condiciones de cultivo y ambiente durante las aplicaciones se detallan en las Tablas 3 y 4.

Tabla 3: *Estado del cultivo al momento de la aplicación.*

Momento de aplicación	Fecha de aplicación	Estado del cultivo	Altura (cm)	Cobertura (%)
R1	18-Ene	R1	75	75
R3	14-Feb	R3	90	90

Tabla 4: Condiciones ambientales durante la aplicación.

Momento de aplicación	Humedad de suelo (0-2 cm)	Humedad de suelo (3-18 cm)	Temperatura aire (°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad. viento (km h ⁻¹)	Nubosidad	Ppciones 24 hs dda
R1	S	S	27,5	54	5,9 SW	0	0
R3	H	H	24,5	81	6,1 EESE	1	0

Escala de nubosidad: 0 completamente despejado, 9 completamente cubierto
dda: después de aplicación.

Posterior a la aplicación, se evaluaron parámetros intermedios para caracterizar los tratamientos: Vuelco, vigor, altura de planta, cobertura e intensidad de verde medida por Spad. La cosecha se realizó mediante una cosechadora mecánica de parcelas. Sobre una muestra de grano se determinaron los componentes del rendimiento, número (NG) y peso (PG) de los granos.

AMBIENTE CLIMÁTICO EN EL SITIO EXPERIMENTAL

a) Ambiente climático en el sitio experimental

En la Figura 1 se presentan las precipitaciones determinadas en el sitio experimental y la evapotranspiración del cultivo, así como el balance hídrico decádico. Se registró un prolongado período de déficit principalmente durante la etapa vegetativa e inicio del período reproductivo, que acumulado alcanzó a 157 mm. Durante el período crítico del cultivo las precipitaciones se normalizaron alcanzando en el total del ciclo a 561,6 mm. La disminución en rendimiento fue moderada. En la Figura 2 por su parte, se muestran datos relacionados con el ambiente de humedad y temperatura que acompañara al cultivo.

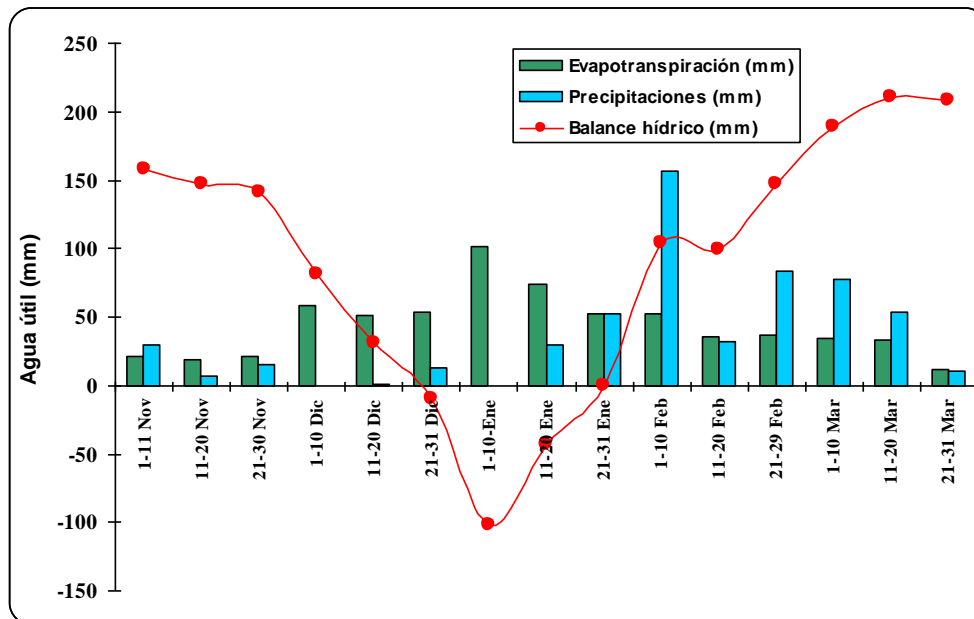


Figura 1: Precipitaciones, evapotranspiración y balance hídrico decádico considerando 2 m de profundidad. Pergamino, Bs As, campaña 2011/12. Precipitaciones totales 561,6 mm. Déficit acumulado 157 mm.

RESULTADOS.

En la Tabla 5 se presentan los resultados de variables relevadas durante el ciclo, mientras que en la Figura 2 los rendimientos de los diferentes tratamientos.

Tabla 5: Vigor, altura de plantas, cobertura, Índice de verdor (Unidades Spad), vuelco, rendimiento de grano, componentes y respuesta sobre el testigo. En negrita, para cada variable se señalan los tratamientos más destacados. Micronutrientes y fosfitos en Soja. Pergamino, campaña 2011/12.

Nº	Tratamientos	Índice Vigor	Altura plantas (cm)	Cobertura e intercepción R4 (%)	Spad	Vuelco	Rendimiento (kg ha ⁻¹)	NG m ⁻²	PG x 1000 (g)	Dif con testigo
T1	Testigo	4,0	95	90	44,8	1,2	3994,8	2074,8	174,0	
T2	Fertideg Max	4,2	98	95	45,3	1,2	4190,0	2322,5	172,0	195,2
T3	Fertideg Max+ Tebuconazole + Carbendazim	3,9	99	93	45,1	1,2	4449,3	2415,6	173,3	454,5
T4	Fertideg Max	4,1	93	95	43,1	1,2	4490,1	2602,3	174,0	495,3
T5	Fertideg Max + Mn PO ₃	3,8	90	94	46,1	1,2	4222,0	2338,6	178,7	227,3
T6	Fertideg Max + Boro NF	4,1	94	95	44,2	1,2	4140,4	2249,1	182,7	145,7
T7	Fertideg Max Amístar	4,2	93	95	45,4	1,2	4522,1	2285,5	192,0	527,4
T8	Fertideg Max Mn PO ₃	4,5	95	94	45,6	1,2	4292,0	2435,7	182,7	297,2
Trat P=							0,45			
CV (%)							7,46			

R3 (inicio de formación de vainas), R4 (vaina de máximo tamaño) de acuerdo a la escala de Fehr y Caviness, 1974.

Índice de Vigor: Según escala 1: mínimo – 5: máximo. Evalúa Sanidad, tamaño de planta y uniformidad de las parcelas.

Vuelco: Según escala 1: todas las plantas erectas – 5: todas las plantas volcadas.

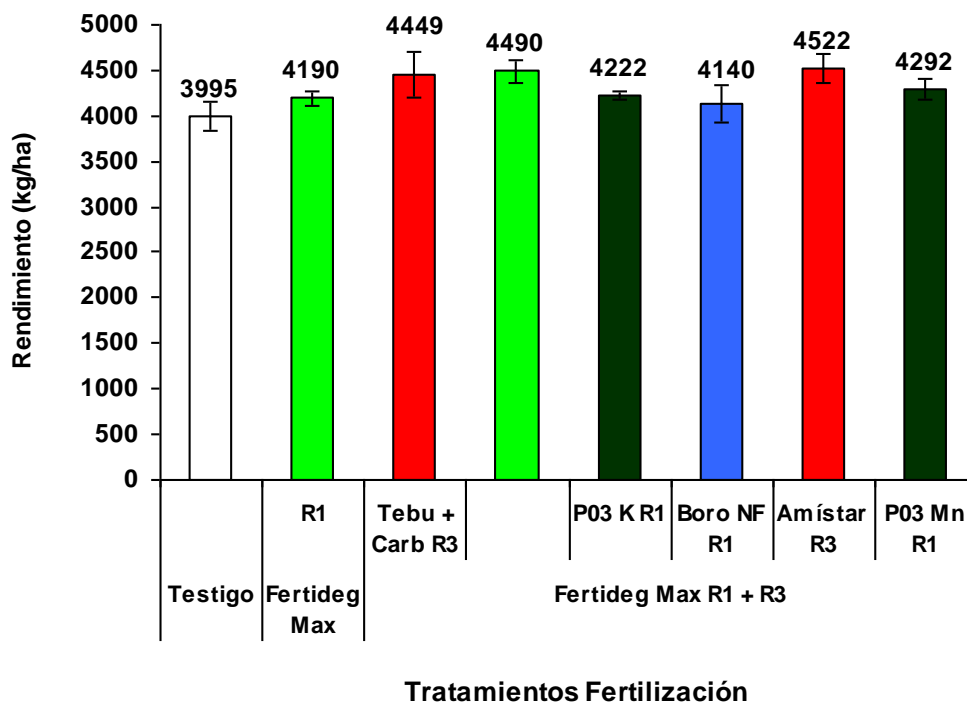


Figura 2: Rendimiento de soja como resultado de la aplicación de diferentes tratamientos foliares con micronutrientes, fosfitos y fungicidas en Soja. Las barras de error indican la desviación estándar de la muestra. Pergamino, campaña 2011/12. Columnas en verde claro: Fertideg Max solo. Columnas en

rojo: Fertideg Max + fungicidas. Columnas en azul: Fertideg Max + boro. Columnas en verde oscuro: Fertideg Max + fosfitos.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

* El ensayo de la campaña 2011/12 soportó un estrés hídrico severo durante la primera etapa vegetativa, sin embargo en el período crítico registró una importante compensación, que significó valorizar el PG como un componente de rendimiento muy importante. Los rendimientos medios fueron aceptables.

* Las aplicaciones foliares fueron realizadas la primera bajo estrés hídrico, y la segunda en la etapa post-estrés, con buenas condiciones de humedad y temperatura, lo que explica el resultado exitoso de los mejores tratamientos.

* Los tratamientos de mayor impacto fueron: **1.** La doble aplicación de Fertideg sólo, aumentando los rendimientos en 495,3 kg ha⁻¹, **2.** La aplicación de Fertideg y fungicidas, que incrementó los rendimientos en 454,5 y 527,4 kg ha⁻¹, para Fertideg + Thiram-Carbendazim y Fertideg + Amistar, respectivamente, y **3.** La aplicación de Fertideg + fosfitos, con aumentos de 297,2 kg ha⁻¹ para Fertideg + fosfito de manganeso, y 227,3 kg ha⁻¹ en Fertideg + fosfito de potasio (Tabla 5 y Figura 2).

* Las diferencias de rendimiento no fueron estadísticamente significativas (Tabla 5), probablemente a causa de la variabilidad introducida por el clima desfavorable. A pesar de esto, todos los tratamientos alcanzaron mayor producción que el testigo.

* Los resultados obtenidos permiten jerarquizar a los tratamientos con Fertideg como los de mayor impacto a causa de su relativa independencia de las condiciones ambientales. Los fungicidas y fosfitos utilizados como acompañantes ocuparon un rol secundario durante esta campaña, a causa de la limitada severidad de las enfermedades foliares.

Bibliografía

- * Ferraris, G. y L. Couretot. 2009. Fertilización foliar complementaria de Soja. Un análisis de dos campañas climáticamente contrastantes. Pp143-148. Soja. Resultados de Experiencias. Campaña 2009. F Mousegne (ed). Proyecto Regional Agrícola. CRBAN-EEA Pergamino-Villegas.
 - * Torri, S., Urricariet, S., Ferraris, G. y Lavado, R.S. 2010. Cap.5. Micronutrientes en agrosistemas pp 395-423. En: En: Fertilidad de Suelos y Uso de Fertilizantes. Rubio, G. Y R. Lavado (eds). Editorial Facultad de Agronomía, UBA.
 - * Ferraris, G., L. Couretot y J. Ponsa. 2005. Evaluación de la utilización de molibdeno, cobalto, boro y otros nutrientes en soja de primera. En: Soja. Resultados de Unidades demostrativas del Proyecto Regional Agrícola, año 2005. CERBAN. Áreas de Desarrollo Rural EEA INTA Pergamino y General Villegas. Pp 62-65.
 - * Fontanetto, H.; Keller, O; Negro,C; Belotti L.; y Giailevra D. 2006. Inoculación y fertilización con Cobalto y Molibdeno sobre la nodulación y la producción de soja. INTA, E. E. A. Rafaela.
 - * Ferraris, G. 2011. Microelementos en cultivos extensivos. Necesidad actual o tecnología para el futuro? pp121-133. En: Actas del Simposio Fertilidad 2011. "La Nutrición del cultivo integrada al Sistema de Producción".IPNI Cono Sur-Fertilizar Asociación Civil. 269 pp.
 - * Scheid López, A. 2006. Micronutrientes: La experiencia brasilera. Filosofía de aplicación y eficiencia agronómica. Pp 29-78.En: M Vázquez(ed). Micronutrientes en la agricultura. Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo. Buenos Aires, Argentina. 207pp.
- Micronutrientes. Prochnow, L; M. F. Moraes y S. Stipp "Simposio Fertilidad 2009. "Mejores Prácticas de Manejo para una Mayor Eficiencia en la Nutrición de Cultivos. Disponible on-line www.ipni.net/ppiweb/ltams.nsf