



# INFORMACIONES AGRONÓMICAS

de Hispanoamérica



Septiembre 2011 · No. 3

## CONTENIDO

Respuesta al agregado de micronutrientes en el cultivo de soja en suelos de diferente aptitud agrícola .....	1
Fertilización del cultivo de soja en el sudeste bonaerense - Resultado de ensayos en las campañas 2009/10 y 2010/11 .....	5
Fertilización de cebada cervecera en ambientes con tosca en el sur de Buenos Aires, Argentina .....	9
Cómo promover un uso sustentable del recurso suelo en Uruguay .....	14
Enfoques alternativos para el diagnóstico de fertilidad de suelos - El enfoque "Tradicional" .....	17
La deficiencia transitoria de calcio como causa primordial de la pudrición de cogollo en palma de aceite .....	26
Cursos y Simposios .....	53
Publicaciones Disponibles .....	54

**Editores:** Dr. Fernando O. García  
Dr. Raúl Jaramillo

**Propietario:** International Plant Nutrition Institute (IPNI)

CUIT: 30-70175611-4

ISSN 2222-016X

No. de Registro de Propiedad Intelectual: 942009

Se permite copiar, citar o reimprimir los artículos de este boletín siempre y cuando no se altere el contenido y se citen la fuente y el autor

[www.ipni.net](http://www.ipni.net)

## RESPUESTA AL AGREGADO DE MICRONUTRIENTES EN EL CULTIVO DE SOJA EN SUELOS DE DIFERENTE APTITUD AGRÍCOLA

Sebastián Gambaudo<sup>1</sup>, María Sofía Racca Madoery<sup>2</sup> y Hugo Fontanetto<sup>1</sup>

### Introducción

Ocho de los diecisiete elementos esenciales para el crecimiento vegetal son llamados micronutrientes por ser requeridos en cantidades muy inferiores a los macro o meso nutrientes, son ellos el boro (B), cobre (Cu), cloro (Cl), hierro (Fe), manganeso (Mn), molibdeno (Mo), níquel (Ni) y zinc (Zn). A pesar de ser requeridos en pequeñas cantidades, la falta de cualquiera de ellos en el suelo puede limitar el crecimiento de los vegetales (Darwich, 2005). Otros elementos beneficiosos para las plantas pero aún no clasificados como esenciales incluyen al cobalto (Co), silicio (Si), sodio (Na), selenio (Se) y aluminio (Al). A pesar de que el Co es considerado esencial para la fijación de nitrógeno (N) atmosférico por las bacterias en las leguminosas, aún no se considera esencial para todas las plantas superiores (Prochnow et al., 2009). El Mo es un componente de la enzima nitrato-reductasa, además de intervenir junto con el Zn en la síntesis de proteínas. El B se asocia al metabolismo de azúcares y a la formación del tubo polínico (Torri et al., citado por Echeverría y García, 2005).

Si bien en la región pampeana no se han detectado deficiencias en forma visual de estos nutrimentos, es sabido que las mismas pueden estar relacionados con suelos de baja fertilidad o intensamente cultivados, especialmente el B y Zn (Fancelli, 2006), la presencia de Zn en el suelo está estrechamente vinculada a la materia orgánica del suelo (MO) (Ron y Loewy, 2006). También la menor disponibilidad de Mo puede ocurrir en suelos ácidos fenómeno que también comienza a manifestarse con el manejo actual de los suelos (Gambaudo et al., 2001).

A pesar de ser la soja el principal cultivo extensivo en Argentina, se han conducido escasos experimentos de campo con micronutrientes, excepto ensayos de tratamiento de semilla con Co y Mo durante la inoculación. Los resultados de rendimiento de semillas recubiertas con estos micronutrientes mostraron aumentos significativos de la producción en casi el 50% de los ensayos (Melgar et al., 2001).

<sup>1</sup> INTA EEA Rafaela. Santa Fe, Argentina. Correo electrónico: [sgambaudo@rafaela.inta.gov.ar](mailto:sgambaudo@rafaela.inta.gov.ar)

<sup>2</sup> Actividad privada.

Oficina para el Cono Sur de Latinoamérica • Av. Santa Fe 910 (B164ABO) Acassuso • Telf/Fax.: 54 11 4798 9939  
Correo electrónico: [Lpisauri@ipni.net](mailto:Lpisauri@ipni.net) • Buenos Aires - Argentina • <http://www.ipni.net/lasc>

Oficina para el Norte de Latinoamérica • Casilla Postal 17 17 980 Telf.: 593 2 2463 175 • Fax: 593 2 2464 104  
Correo electrónico: [aormaza@ipni.net](mailto:aormaza@ipni.net) • Quito - Ecuador • <http://nla.ipni.net>

La práctica de la fertilización foliar ha demostrado ser una práctica recomendable para la aplicación de micronutrientes por las bajas cantidades implicadas en el suministro, la uniformidad lograda al aplicar pequeñas cantidades, la falta de contacto con el suelo evitando interacciones y el alto cociente entre las cantidades aplicadas y las absorbidas por las plantas (Melgar, 2006).

El objetivo de este trabajo ha sido evaluar la respuesta en rendimiento del cultivo de soja al agregado de Co, Mo, Zn y B en suelos con diferente aptitud agrícola.

### Materiales y métodos

Entre los suelos predominantes de la región pueden encontrarse dos situaciones:

- Aquellos que se encuentran en las partes más altas, con relieve suavemente ondulado y escurrimiento eficiente, son suelos bien drenados clasificados como Argiudoles típicos. Estos corresponden a la Clase I, y presentan un índice de productividad de 86.
- Zonas de relieve muy suavemente ondulado, con sectores de escurrimiento lento y deficiente, predominando un complejo de suelos que abarca: Argiudol típico 30%, Argiudol ácuico 30% y Argialbol típico 20%. Estos son clasificados como Clase IIw, y tienen un índice de productividad de 77. (INTA, 1990 y Giorgi et al., 2008).

Se realizaron dos ensayos en la localidad de Bernardo de Irigoyen, Departamento San Jerónimo (Santa Fe), uno en un suelo Clase I y otro en un suelo Clase IIw. Los lotes en los cuales se realizaron los ensayos de fertilización, provienen de 16 años de siembra directa siguiendo la siguiente rotación de cultivos: Trigo/Soja 2<sup>a</sup> – Maíz/Soja 1<sup>a</sup>.

Los análisis de suelo realizados indicaron un deterioro de los indicadores químicos en lo que respecta a fósforo (P), azufre (S), calcio (Ca) y magnesio (Mg), viéndose también afectados los valores de pH (**Tabla 1**). Debido a ello se fertilizó ambos ensayos con 195 kg ha<sup>-1</sup> de SPS (Superfosfato Simple) y 95 kg ha<sup>-1</sup> de dolomita aplicados en el momento de la siembra con sembradora de doble fertilización. La capacidad de intercambio catiónico (CIC) se mantiene dentro de los rangos normales, no existiendo problemas de excesos de sodio (Na) ni riesgos de salinidad.

Los ensayos fueron realizados con un diseño experimental de bloques completos al azar (DBCA) con cuatro repeticiones por tratamiento. La unidad experimental tuvo cuatro surcos de ancho por 15 m de largo.

Los tratamientos que se evaluaron en ambas situaciones se detallan en la **Tabla 2**.

Todas las semillas empleadas en el ensayo fueron inoculadas agregándose en las parcelas correspondientes el Co y Mo en formulación líquida a una concentración de 200 cm<sup>3</sup> en 100 kg de semilla. En el estadio fenológico de V3 se realizó la aplicación foliar de Zn quelatado con una dosis de 400 g ha<sup>-1</sup> y a comienzo de la formación de vainas (estadio fenológico R3) se realizó la aplicación de B en las parcelas correspondientes con una dosis de 200 g ha<sup>-1</sup>. Las aplicaciones foliares fueron realizadas con mochila de motor de presión constante, arrojando un caudal de agua de 130 l ha<sup>-1</sup>.

Durante el ciclo del cultivo se realizó una determinación del número de nódulos en el estadio de V5 en los tratamientos testigo y con el agregado de Co y Mo aplicados con la semilla. Se extrajeron cuatro plantas de cada tratamiento (una por repetición) dividiendo la raíz en tres estratos: superior, medio e inferior.

**Tabla 1. Características químicas (0-20 cm) de los suelos donde se realizaron las experiencias. Campaña 2009-2010.**

Suelo	pH	MO %	P ----- ppm -----	S -----	CIC ----- meq 100 g <sup>-1</sup> -----	Ca	Mg	K	Na
Clase I	6.3	2.87	9.2	1.7	17.3	10.2	1.0	1.2	0.3
Clase IIw	6.2	2.80	8.1	2.8	17.5	9.4	0.7	1.3	0.5

**Tabla 2. Evaluación de zinc (Zn), boro (B), cobalto (Co) y molibdeno (Mo) con distintas formas y momento de aplicación. Campaña 2009-2010.**

Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4	Tratamiento 5	Tratamiento 6
	Zn	B	Zn+B	Co+Mo	Co+Mo+Zn+B
Testigo	Foliar en V3	Foliar en R3	Foliar en V3 + Foliar en R3	En semilla	En semilla + Foliar en V3 + Foliar en R3

Previo a la cosecha se evaluaron los siguientes parámetros: número de nudos, número de vainas, número de granos, peso de mil granos. La cosecha de los ensayos se realizó con una cosechadora automotriz de parcelas sobre los dos surcos centrales, ajustándose el peso a la humedad comercial de 13.5%. Todos los

resultados fueron analizados con el software estadístico Infostat utilizando Duncan como test de comparación de medias al 5% de significancia.

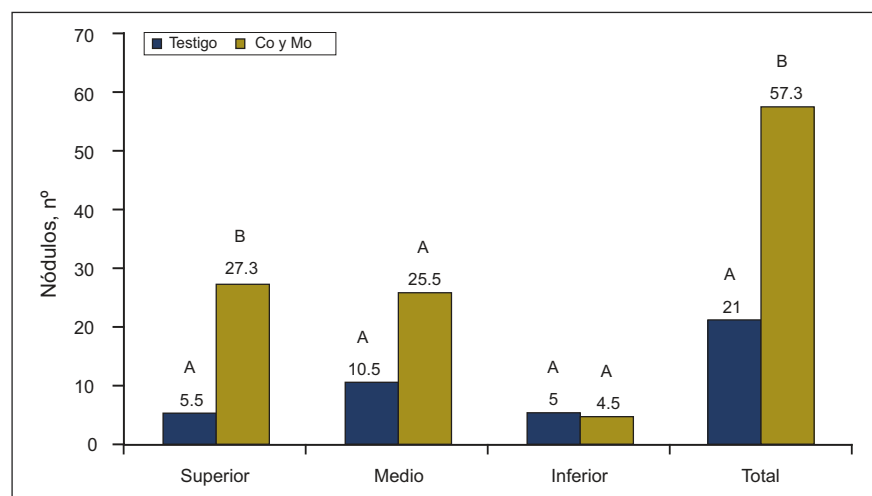
### Resultados y discusión

El recuento de nódulos realizados mostró diferencias importantes entre los tratamientos evaluados (**Figuras 1 y 2**).

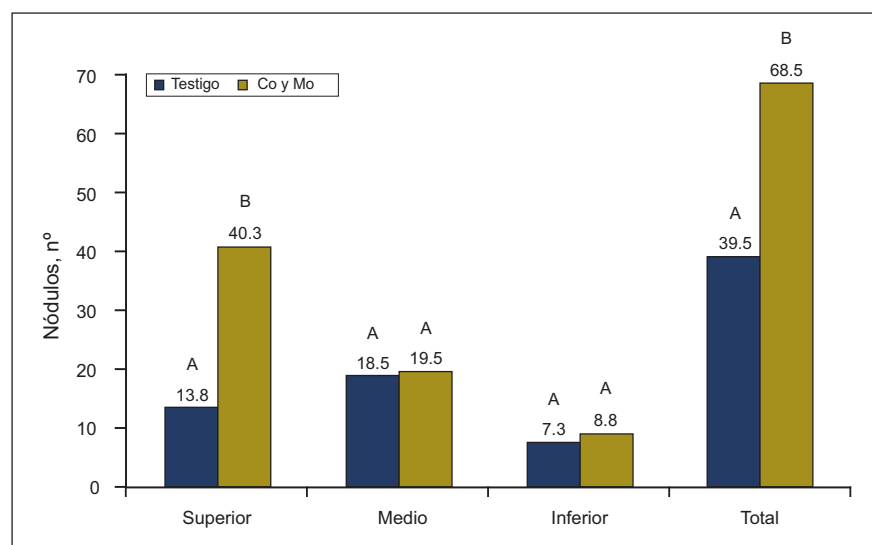
En ambas experiencias se observaron diferencias significativas entre los tratamientos en el estrato superior de la raíz y en el número total de nódulos a favor de las plantas tratadas con Co y Mo, corroborando una vez la eficiencia de estos nutrimentos en la fijación simbiótica del N en las leguminosas (Scheid, 2006).

En cuanto a los rendimientos y sus componentes, los resultados obtenidos en el ensayo realizado sobre el suelo Clase I se presentan en la **Tabla 3**.

Según el análisis estadístico realizado no se observaron diferencias significativas en los componentes del rendimiento analizados. El rendimiento final del cultivo presentó diferencias entre los micronutrientes utilizados y el testigo. El efecto del Co y Mo aplicados en la semilla fue importante, existió una diferencia de 400 kg ha<sup>-1</sup>, observándose en estas plantas un mayor número de nudos, vainas y granos por planta. Los tratamientos foliares con Zn tuvieron una diferencia cercana a los 200 kg ha<sup>-1</sup> (no significativa) respecto al testigo sin tratar. El B aplicado en R3, produjo un incremento de 264 kg ha<sup>-1</sup>, que coincide con lo observado por Fontanetto et al. (2010), sobre un suelo también Clase I.



**Figura 1. Recuento de nódulos en tres estratos de la raíz en el estadio fenológico V5. Lote Clase I. Tratamientos con igual letra no difieren entre sí (Duncan 5%).**



**Figura 2. Recuento de nódulos en tres estratos de la raíz en el estadio fenológico V5. Lote Clase IIw. Tratamientos con igual letra no difieren entre sí (Duncan 5%).**

**Tabla 3. Rendimiento de la soja y sus componentes. Suelo Clase I. Tratamientos con igual letra no difieren entre sí (Duncan 5%).**

Tratamiento	Nudos pl <sup>-1</sup>	Vainas pl <sup>-1</sup>	Granos pl <sup>-1</sup>	Peso 1000 granos g	Rendimiento kg ha <sup>-1</sup>
Testigo	15.8	36.3	73.3	149.3	3596 a
Zn en V3	21.5	42.5	95.3	174.7	3786 ab
B en R3	20.8	37.0	74.3	164.6	3860 ab
Zn+B	19.8	47.0	96.0	147.6	3782 ab
Co+Mo en semilla	21.5	46.0	75.0	177.3	3956 b
Co+Mo+Zn+B	22.3	47.0	98.5	177.0	3953 b

**Tabla 4. Rendimiento de la soja y sus componentes. Suelo Clase IIw. Tratamientos con igual letra no difieren entre sí (Duncan 5%).**

Tratamiento	Nudos pl <sup>-1</sup>	Vainas pl <sup>-1</sup>	Granos pl <sup>-1</sup>	Peso 1000 granos	Rendimiento
				g	kg ha <sup>-1</sup>
Testigo	22.8 a	35.3	87.0	147.0	3091 a
Zn en V3	33.0 c	50.3	120.3	163.7	3327 a
B en R3	25.3 b	38.8	85.5	168.7	3568 ab
Zn+B	35.3 bc	60.0	140.3	156.2	3510 ab
Co+Mo en semilla	43.0 b	73.5	173.0	142.3	3772 b
Co+Mo+Zn+B	37.3 bc	55.3	131.0	143.9	3790 b

Los resultados obtenidos en el suelo Clase IIw aparecen en la **Tabla 4**. En este suelo, el rendimiento del testigo fue menor que el que rinde en el suelo Clase I, corroborando los diferentes índices de productividad que presentan.

De los componentes analizados el número de nudos por planta fue el único que presentó diferencias significativas. Los rendimientos variaron en forma similar a lo observado en el otro ensayo, con respuesta marcada a la aplicación de Co y Mo en la semilla y menores incrementos debidos al Zn y B.

### Conclusiones

Los rendimientos reflejaron respuesta al agregado de Co y Mo en la semilla de soja, posiblemente favoreciendo a una infección temprana de los microorganismos fijadores de N.

Las aplicaciones foliares de Zn y B tendieron a incrementar el rendimiento, especialmente en el suelo de menor calidad.

### Bibliografía

Darwich, N. 2005. Manual de fertilidad de suelos y uso de fertilizantes. Cap. 8. Editorial Gráfica Arnedinho, 2ª Edición. 289p.

Echeverría, H.E., y F.O. García. 2005. Fertilidad de suelos y fertilización de cultivos. Ediciones INTA. 525p.

Fancelli, A. 2006. Micronutrientes en la fisiología de los cultivos. En: Vázquez, M (Ed.). Micronutrientes en la agricultura. AACs:11-28.

Fontanetto, H., O. Keller, y J. Albrecht. 2010. Efecto de la fertilización foliar con boro y nitrógeno sobre el cultivo de soja. IPNI. Informaciones Agronómicas del Cono Sur. 47:19-22.

Gambaudo, S., H. Micheloud, D. Bersano, D. Durigon, J. Neifert, y G. Osenda. 2001. Respuesta del cultivo de soja al agregado de fertilizante a base de calcio y de magnesio. FERTILIZAR, 6(25):20-21.

Giorgi, R., R. Tossolini, V. Sapino, J. Villar, C. León, y A. Chiavasa. 2008. Zonificación agro-económica de la Provincia de Santa Fe. INTA: EEA Rafaela. publicación miscelánea. No. 110. 35p.

INTA Estación Experimental Agropecuaria Rafaela. 1990. Carta de suelos de la República Argentina. Hoja 3360-1 y 2 Gálvez-Barrancas.

Melgar, R.J., J. Lavandera, M. Torres Duggan, y L. Ventimiglia. 2001. Respuesta a la fertilización con boro y zinc en sistemas intensivos de producción de maíz. Revista Ciencia del Suelo. No.19 (2).

Melgar, R.J. 2006. Fertilizantes con micronutrientes en el mercado argentino. En: Vázquez, M (Ed.). Micronutrientes en la agricultura. AACs:167-175.

Prochnow, L., M. Ferreira de Moraes, y S. Stipp. 2009. Micronutrientes. En: Actas Simposio Fertilidad 2009 "Mejores prácticas de manejo para una mayor eficiencia en la nutrición de cultivos". 12-13 de Mayo de 2009, Rosario, Argentina: pp.60-77.

Ron, M., y T. Loewy. 2006. Micronutrientes del SO bonaerense y cereales de invierno. En: Vázquez M. (Ed.). Micronutrientes en la agricultura. AACs:147-156.

Scheid L. 2006. Micronutrientes. La experiencia brasilera. Filosofía de aplicación y la eficiencia agronómica. En: Vázquez, M. (Ed.). Micronutrientes en la agricultura. AACs: 29-58.\*

