

## Efecto De La Fertilización Foliar Complementaria en la Recuperación Post-Estrés de Soja afectada por Bajas Temperaturas

FECHA DE PUBLICACIÓN: 12/11/2008

AUTOR: Ings. Agrs. Gustavo N. Ferraris y Juan C. Ponsa. Proyecto Regional Agrícola-CERBAN. Area de Desarrollo Rural INTA EEA Pergamino, Argentina

La fertilización foliar es una vía alternativa para complementar la nutrición en soja y otros cultivos extensivos. El nitrógeno (N) en esta especie es cubierto por fijación biológica (FBN), y el aporte de fósforo (P) y azufre (S) se realiza agregándolos al suelo, por lo general al momento de la siembra. Sin embargo, la aspersión de micronutrientes, formas fácilmente asimilables de macronutrientes y moléculas orgánicas puede complementar aquella estrategia de base (Figura 1), dando como resultado incrementos de rendimiento o una mejor calidad del producto cosechado.

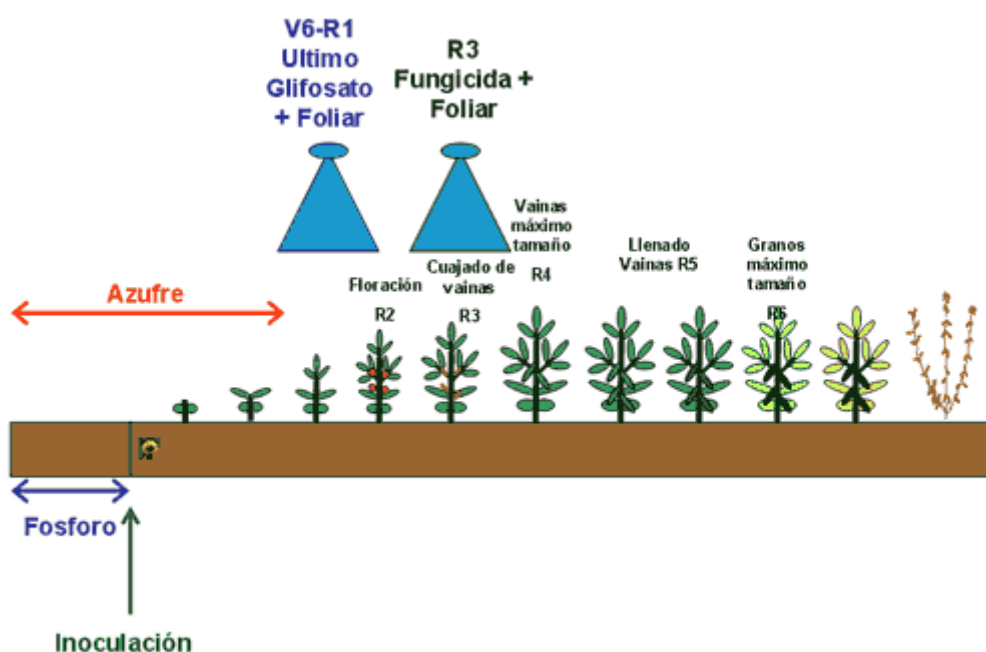


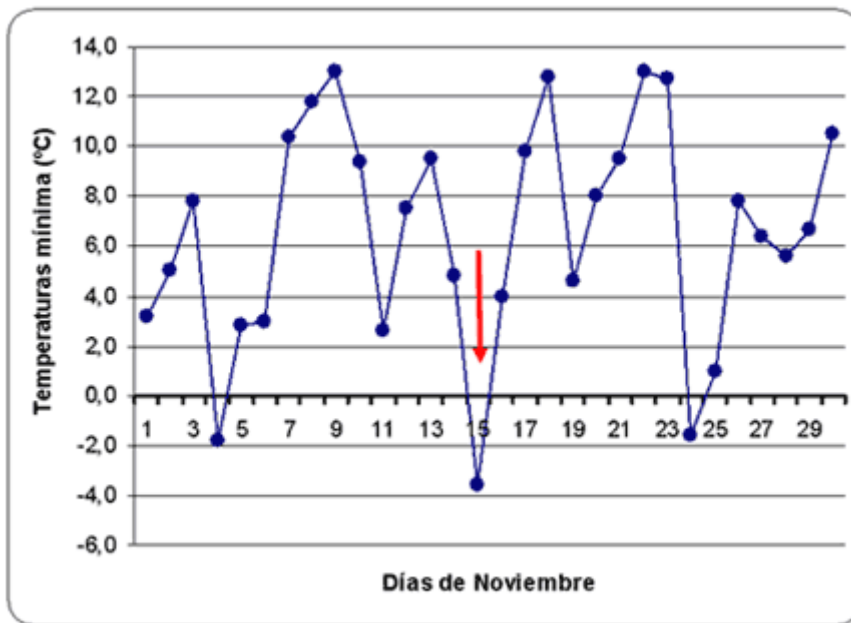
Figura 1: Diferentes alternativas para el agregado de nutrientes en Soja

En la actualidad, se han dado condiciones que permiten realizar un diagnóstico más preciso acerca de las expectativas de respuesta a la fertilización foliar. Estas incluyen la difusión de análisis de suelo y tejido (Martens y Westermann, 1991), mayor información de campo y un conocimiento más amplio acerca de eventuales deficiencias regionales (Ferraris et al., 2007; 2008). Además, se han producido notables avances acerca del rol de los nutrientes en la respuesta de las plantas a condiciones de estrés (Yuncaí et al., 2008), y desarrollado herramientas de medición que permiten detectar pequeñas respuestas a nivel de campo (Reetz, 1996; Mallarino et al., 1998).

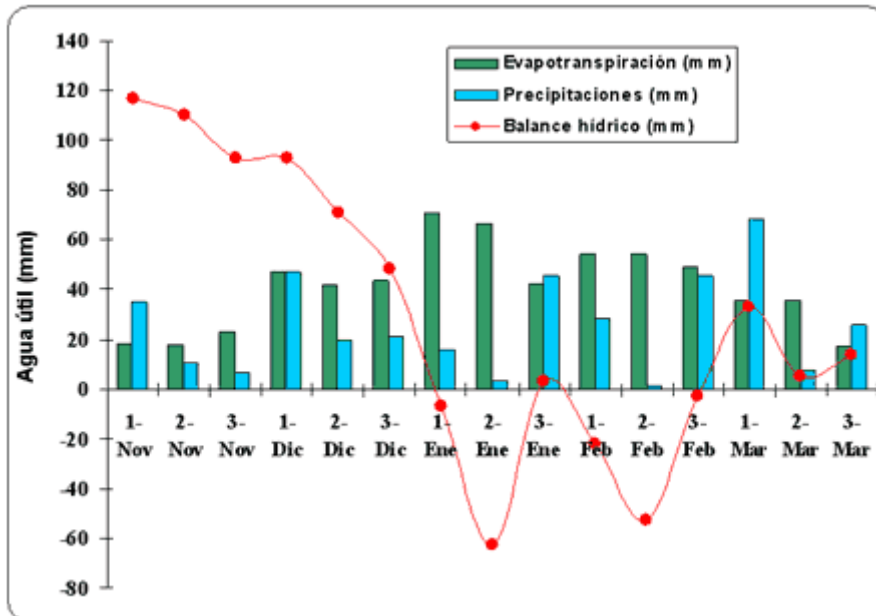
Sin embargo, poco se conoce acerca de las interacciones existentes entre el ambiente y la respuesta de las plantas a la fertilización complementaria. De manera general, se postula que una buena nutrición ayuda a sobrellevar condiciones de estrés. De igual modo, permitiría al cultivo recuperar de manera más rápida su tasa normal de crecimiento ante una adversidad puntual, a causa de la mayor abundancia de recursos y área foliar remanente una vez pasado el evento desfavorable.

La primavera de 2007 se caracterizó por la ocurrencia de bajas temperaturas y heladas tardías, con un evento muy intenso el día 14 de Noviembre (Figura 2). Los efectos sobre el área foliar de cultivo de maíz y el efecto de la fertilización foliar sobre la recuperación post-estrés han sido descriptos en un trabajo similar (Efecto de la fertilización foliar sobre la recuperación de un maíz afectado por heladas. Ferraris, Ponsa y Couretot, 2008). Es probable que, al estar la soja en los primeros estadios de desarrollo, el retraso en el crecimiento haya sido de menor magnitud que en maíz (Fotografía 1). Sin embargo, al frío se sumaría después la ocurrencia de estrés hídrico severo (Figura 3), definiendo un ambiente, desde lo

climático, muy restrictivo para el cultivo.



**Figura 2:** Temperaturas mínimas del mes de Noviembre a la intemperie, a una altura de 5 cm sobre el nivel del suelo. Pergamino, año 2007. La flecha descendente marca la ocurrencia de la helada de mayor impacto sobre el cultivo.



**Figura 3:** Precipitaciones, evapotranspiración y balance hídrico expresados como lámina de agua útil. Valores acumulados cada 10 días en mm. Soja de Primera, Urquiza, campaña 2007/08.



**Fotografía 1:** Plantas de soja afectadas por heladas. Noviembre de 2008



El objetivo de este ensayo fue evaluar a través de los rendimientos, el efecto de la fertilización foliar sobre la recuperación del cultivo de soja afectado por frío en sus primeras etapas. Hipotetizamos que el agregado de nutrientes de rápida asimilación acelera la recuperación del cultivo, permite mayores coberturas en floración y llenado de granos, y como consecuencia incrementa los rendimientos.

### **Materiales y métodos**

Se realizó un experimento de campo en el cultivo de soja, en la localidad de Urquiza, partido de Pergamino, sobre un suelo serie Urquiza, Argiudol típico. El ensayo se implantó el día 29 de octubre de 2007 en SD, con antecesor soja de primera. La variedad sembrada fue DM 50048 RR, utilizando un espaciado de 52 cm entre hileras. La semilla fue inoculada con bacterias de *Bradyrhizobium japonicum* previo a la siembra, y el sitio experimental fertilizado con 120 kg ha<sup>-1</sup> de una mezcla (0-30-0-7S), en bandas localizadas al costado de la línea de siembra.

El diseño correspondió al de bloques completos aleatorizados, con tres repeticiones. El detalle de los tratamientos y la composición química de las fuentes evaluadas se presentan en las Tablas 1 y 2, respectivamente.

**Tabla 1:** Tratamientos evaluados. Fertilización foliar en soja, Urquiza, campaña 2007/08

Nº	Tratamiento	Denominación de la	Estadio de	Dosis
----	-------------	--------------------	------------	-------

	Fuente	Aplicación	(ml/ha)	
T0	Testigo			
T1	Zinc	Zincofix	V7	3000
T2	Complejo micros	Complefix	V7	3000
T3	Topfix	Topfix	V7	3000
T4	Macrofix	Macrofix	V7	3000
T5	Boro	Borofix	R3	2000
T6	Calcio	Cabfix	R3	2000
T7	Zinc + Boro	Zincofix + Borofix	V7 + R3	3000 + 2000

Tabla 2: Composición química expresada en porcentaje de las fuentes fertilizantes utilizadas en el ensayo.

Fuente	N	P	K	S	B	Zn	Ca	Cu	Mn	Mo	Fe	Otros	densidad
Zincofix				4		10							1,25
Complefix	-			5,0	0,7	4		2	6,7	0,7			1,48
Topfix	15	4	5	1,0	0,1	2			1,5	0,05			1,3
Macrofix	10			1,8	0,9	0,7		0,7	1,0		0,8	Aminoácidos	1,3
Borofix					10								1,35
Cabfix					0,7		14						1,35

Las aplicaciones de fertilizante foliar fueron realizadas con mochila manual de presión constante. La misma contaba con un botalón aplicador de 200 cm provisto de 4 picos a 50 cm y pastillas de cono hueco 80015 que permiten asperjar 100 l ha<sup>-1</sup>. El estado del cultivo y las condiciones ambientales al momento de la aplicación, se describen en las Tablas 3 y 4, respectivamente.

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

Momento de aplicación	Fecha de aplicación	Estado del cultivo	Altura (cm)	Cobertura (%)
V7	21-dic -19 hs	V6	55	65
R3	14-ene -10 hs	R3	80	85-90

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 <sup>-1</sup> )	Nubosidad	Ppciones 24 hs dda
V7	S	H	22,7	58	10,9 WWSW	3	0
R3	S	SH	26,8	69	5,97 E	2	0

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

En madurez de cosecha se recolectó una muestra de 3m<sup>2</sup>, y sobre ella se determinó el rendimiento de grano y sus componentes, peso y número de los granos.

### Resultados y discusión

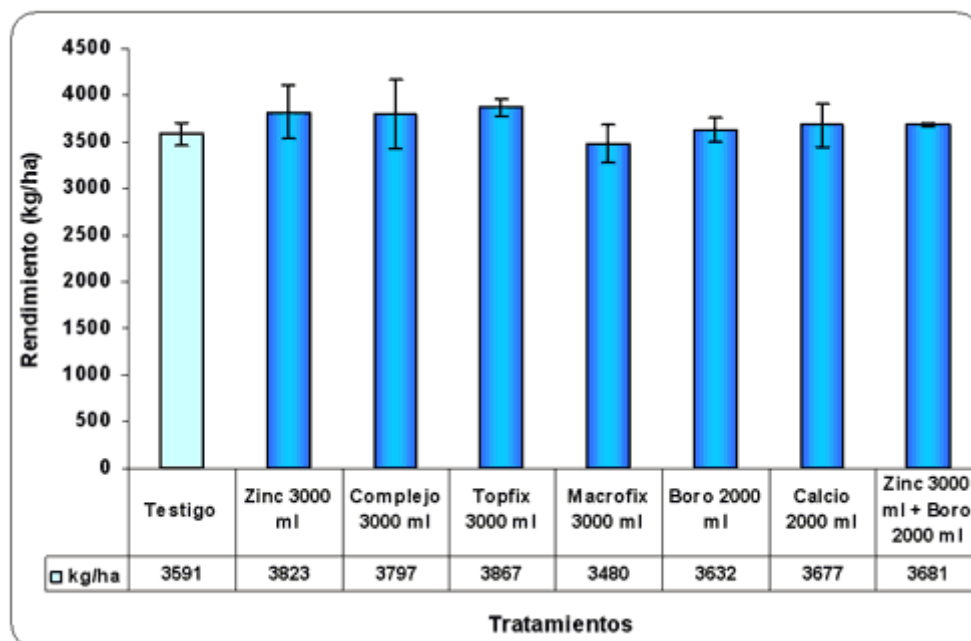
La aplicación de fertilizantes foliares no afectó significativamente los rendimientos ( $P=0,43$ ,  $CV=5,9\%$ , Tabla 5). En este contexto, algunos tratamientos mostraron un mejor comportamiento (Figura 4), como la aplicación de Zinc (T1), Complefix (T2) y Topfix (T3). Las diferencias observadas alcanzaron para estos tratamientos a 232, 206 y 276 kg ha<sup>-1</sup>, lo que representa incrementos de 6,5, 5,7 y 7,7 %,

respectivamente (Figura 5). El uso de Boro, de muy buen comportamiento en ensayos anteriores, no repitió los resultados positivos en esta experiencia.

**Tabla 5:** Rendimiento de grano, número, peso de los granos y respuesta sobre el testigo de los tratamientos evaluados en el ensayo. Efectos de la fertilización foliar en la recuperación de plantas afectadas por frío. Urquiza, campaña 2007/08.

	Tratamientos	Rendimiento (kg/ha)	Diferencia s/testigo (kg/ha)	NG m-2 *	P1000 (g) *
T0	Testigo	3591		1934	185,7
T1	Zinc 3000 ml	3823	232	2184	180,5
T2	Complejo 3000 ml	3797	206	2376	176,9
T3	Topfix 3000 ml	3867	276	2149	175,8
T4	Macrofix 3000 ml	3480	-111	1797	182,6
T5	Boro 2000 ml	3632	41	2056	179,3
T6	Calcio 2000 ml	3677	86	2278	173,4
T7	Zinc 3000 ml + Boro 2000 ml	3681	90	2088	176,2
	Valor de P=	0,43			
	CV (%)	5,9 %			

\* Determinados en el bloque 1



**Figura 4:** Rendimiento ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) como resultado de la aplicación complementaria de diferentes estrategias de fertilización foliar en Soja de primera siembra afectada por frío en su etapa temprana. Las barras verticales indican la desviación Standard de la media.



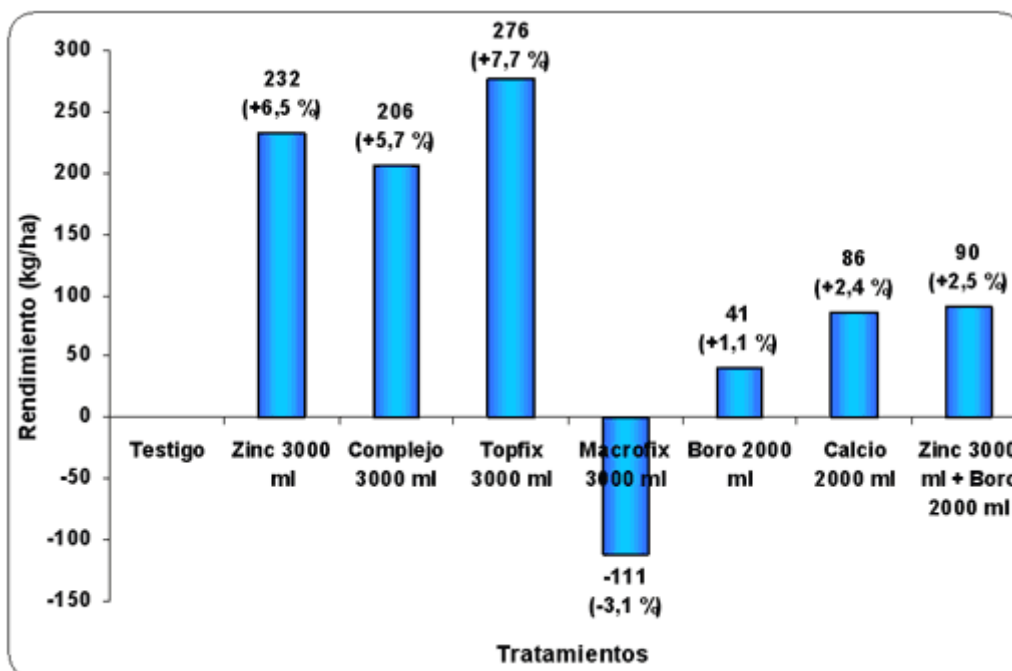


Figura 5: Diferencial de rendimiento absoluto ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) y relativo (%) con relación al testigo, resultado de la aplicación complementaria de diferentes estrategias de fertilización foliar en Soja de primera siembra afectada por frío en su etapa temprana.

Los rendimientos guardaron una estrecha relación positiva con el número de granos. En cambio, su peso guardó una relación opuesta y de menos ajuste (Figura 6).

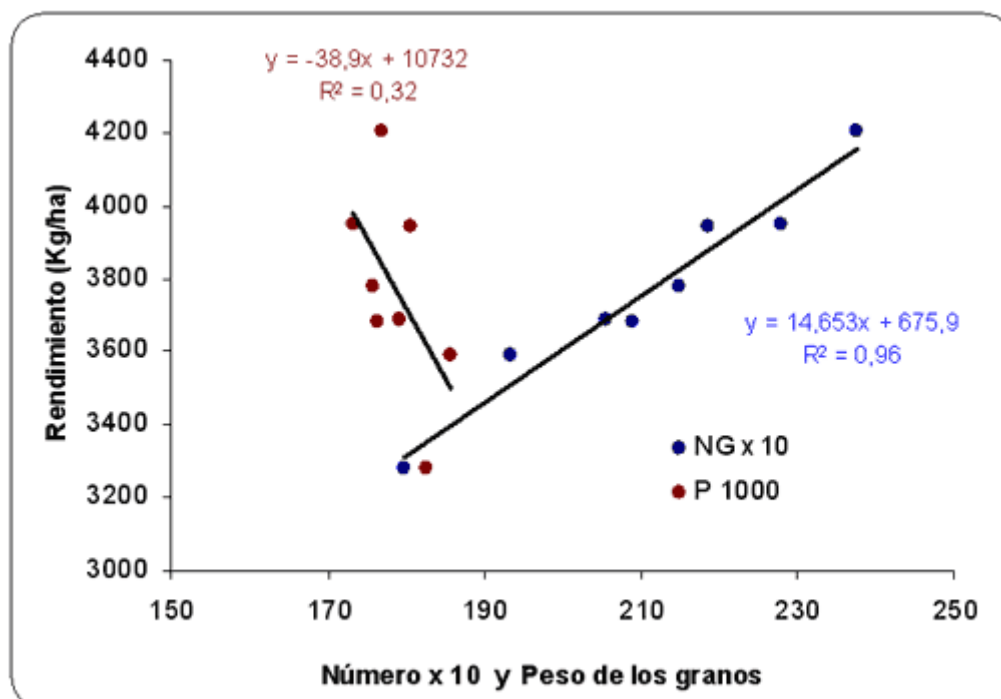


Figura 6: Relación entre el rendimiento y el número (NG x10) y peso de mil granos (g).

### Conclusiones

\*El estrés por frío se produjo en una etapa muy temprana del ciclo, y por lo tanto la afectación de área foliar fue menor que en maíz. Esto podría explicar la menor respuesta relativa de la soja con relación a aquel.

\*Aun cuando no se determinaron diferencias estadísticas, los mejores tratamientos permitieron obtener un diferencial de rendimiento con relación al testigo. Los tratamientos destacados

**incluyeron el uso de Zinc, Complefix y Topfix, los cuales produjeron un diferencial de rendimiento con relación al testigo de 232 (6,5 %), 206 (5,7 %) y 276 kg ha-1 (7,7%) respectivamente.**

## **Bibliografía**

- \*Ferraris, G. y L. Couretot. 2007. Respuesta del maíz a la fertilización complementaria por vía foliar. Campaña 2006/07 ©. En: Experiencias en Fertilización y Protección del cultivo de Maíz. Año 2007. Proyecto Regional Agrícola, CERBAN, EEA Pergamino y General Villegas: 116-122.
- \* Ferraris, G. y L. Couretot. 2008. Fertilización foliar complementaria en Soja. Resultados de dos años de experiencias. En: Experiencias en Soja 2008. Proyecto Regional Agrícola. Area de Desarrollo Rural EEA Pergamino y General Villegas. (en prensa).
- \* Mallarino, A.P., D.J. Wittry, D. Dousa, and P.N.Hinz. 1998. Variable rate phosphorus fertilization: On-farm research methods and evaluation for corn and soybean. *In* P.C. Robert et al. (ed.) Proc. Int. Conf. Precision Agric., 4th, Minneapolis, MN. 19–22 July 1998. ASA, CSSA, SSSA, Madison, WI.
- \* Martens, D. and D. Westermann. 1991. Fertilizer Applications for Correcting. Micronutrient Deficiencies. Micronutrients in agriculture. Disponible on line.eprints.nwisrl.ars.usda.gov.
- \* Reetz, H.F. 1996. On-farm research opportunities through site-specific management. p. 1173–1176. In P.C. Robert et al. (ed.) Proc. Int Conf. Precision Agric., 3rd, Minneapolis, MN. 23–26 June 1996.
- \* Yuncai HU, Zoltan Burucs, Urs Schmidhalter (2008) Effect of foliar fertilization application on the growth and mineral nutrient content of maize seedlings under drought and salinity. *Soil Science & Plant Nutrition* 54 (1):133–141.