

ZINC Y BORO EN CEREALES DE INVIERNO

EXPERIENCIAS DE LA CAMPAÑA 2013/14

INTA EEA PERGAMINO

Ing Agr (MSc) Gustavo N. Ferraris

Área de Desarrollo Rural INTA EEA Pergamino. Av Pte. Dr. Frondizi km 4,5 (B2700WAA) Pergamino
nferraris@pergamino.inta.gov.ar

INTRODUCCIÓN

Zinc (Zn) y Boro (B) son elementos que han alcanzado una creciente difusión en cultivos extensivos. El Zn participa como activador de numerosas reacciones enzimáticas. Su carencia afecta el crecimiento de las plantas, y es más frecuente en suelos con baja disponibilidad, bajo contenido de materia orgánica y elevada fertilización con fósforo (P).

A diferencia de lo que ocurre con Zn, B es un elemento cuya carencia es menos frecuente en gramíneas. Las principales referencias sobre respuestas en el cultivo referencian a girasol y en menor medida soja. El B interviene en la diferenciación de estructuras reproductivas, siendo frecuentemente deficitario en suelos arenosos, lixiviados, y escasos en materia orgánica.

El objetivo de esta investigación fue evaluar la respuesta Zn y B integrados en estrategias de manejo de fertilización en cultivos invernales. Hipotetizamos que 1. Zn incrementa el rendimiento de trigo y cebada, siendo indiferente el momento de aplicación –siembra o macollaje- y 2. Es posible obtener respuesta a la aplicación foliar de B en cereales de invierno, en cultivos de alto rendimiento implantados sobre sitios degradados.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante el año 2013, se condujeron ensayos de campo donde se evaluó la respuesta de trigo y cebada a la aplicación de nutrientes principales y micronutrientes. Los experimentos fueron conducidos en la EEA INTA Pergamino y la EAS Concepción G. de Unzué de La Trinidad. En los experimentos, se utilizó un diseño en bloques completos al azar con 3-4 repeticiones. Todos los tratamientos fueron fertilizados con 100 kg SPT(0-20-0) ha⁻¹. Los tratamientos evaluados se describen a continuación, en las Tabla 1. Por su parte, el análisis de suelo de los sitios se presenta en la Tabla 2.

Tabla 1: Tratamientos evaluados en ensayos de trigo y cebada cervecera (*)

	Curasemillas	Dosis
T1	Testigo	Testigo
T2	NS (s)	Nitrógeno 100 kg ha ⁻¹ Azufre 20 kg ha ⁻¹
T3	NSZn (s)	Nitrógeno 100 kg ha ⁻¹ Azufre 20 kg ha ⁻¹ Zinc 1,5 kg ha ⁻¹
T4	NS (m)	Nitrógeno 100 kg ha ⁻¹ Azufre 20 kg ha ⁻¹
T5	NSZn (m)	Nitrógeno 100 kg ha ⁻¹ Azufre 20 kg ha ⁻¹ Zinc 1,5 kg ha ⁻¹
T6	NSZn (m) B (f)	Nitrógeno 100 kg ha ⁻¹ Azufre 20 kg ha ⁻¹ Zinc 1,5 kg ha ⁻¹ Boro 0,4 kg ha ⁻¹

(*) Todos los tratamientos recibieron 20 kgP ha⁻¹ como Superfosfato triple a la siembra.

Tabla 2: Datos de suelo al momento de la siembra

Localidad	Profund	pH	Materia Orgánica	P-disp.	N- Nitratos 0-20 cm	N- Nitratos 0-60 cm	S- Sulfatos 0-20 cm	Zn EDTA	B AcNH ₄
	cm	agua 1:2,5	%	ppm	ppm	kg ha-1	ppm	ppm	ppm
Cebada – Pergamino	0-20 cm	5,5	3,5	17,4	24,5	139,1	8,4	1,69	0,54
Trigo - La Trinidad	0-20 cm	5,7	2,75	11,1	14,3	74,6	8,3	0,70	0,63
Trigo- Pergamino	0-20 cm	5,5	2,95	6,8	13,9	71,7	9,1	0,74	0,93

La cosecha se realizó en forma mecánica (Pergamino) o manual con trilla estacionaria (La Trinidad). Se realizaron mediciones de parámetros de crecimiento y nutrición durante el ciclo de cultivo, especialmente alrededor del período crítico para la determinación del rendimiento. Sobre una muestra de cosecha se cuantificaron los componentes numéricos del rendimiento, número (NG) y peso (PG) de los granos. Los resultados se analizaron mediante partición de varianza y análisis de correlación.

RESULTADOS

a) Condiciones ambientales

A la siembra, el perfil se encontraba medianamente cargado, con 110, 150 y 130 mm de agua útil a 140 cm de profundidad para cebada en Pergamino, Trigo en Ferré y Trigo en Pergamino, respectivamente (Figura 1). Las precipitaciones fueron escasas durante todo el invierno, con una recuperación a partir de Setiembre, pero siempre por debajo de la media histórica a excepción de Noviembre cuando los cultivos ya finalizaban su ciclo (Figura 1). En cuanto a las condiciones de radiación, la frecuencia de días soleados fue elevada, sin embargo predominaron altas temperaturas, limitando el cociente fototermal (Figura 2).

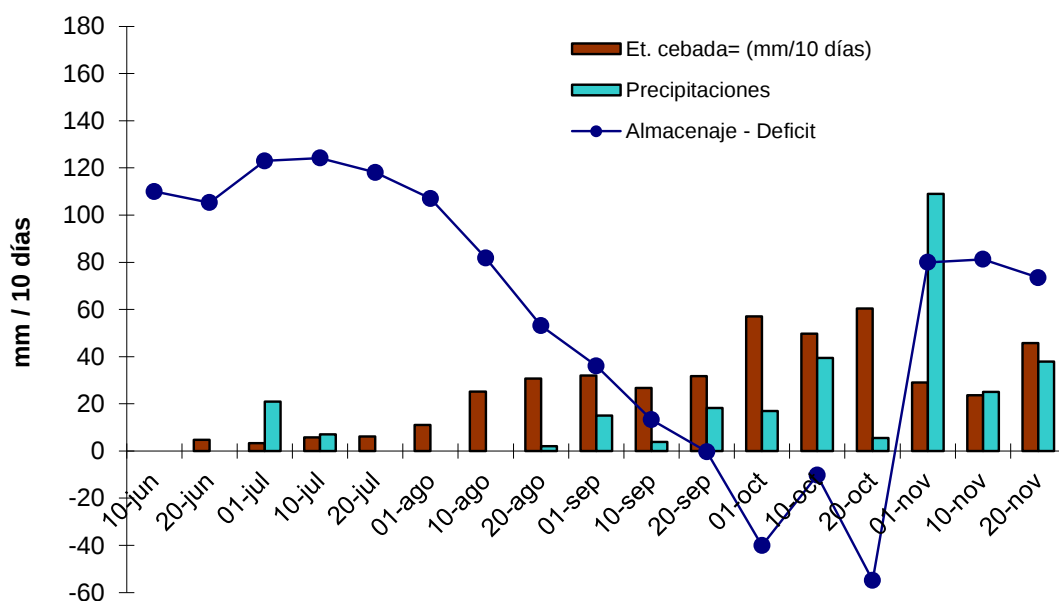


Figura 1.a

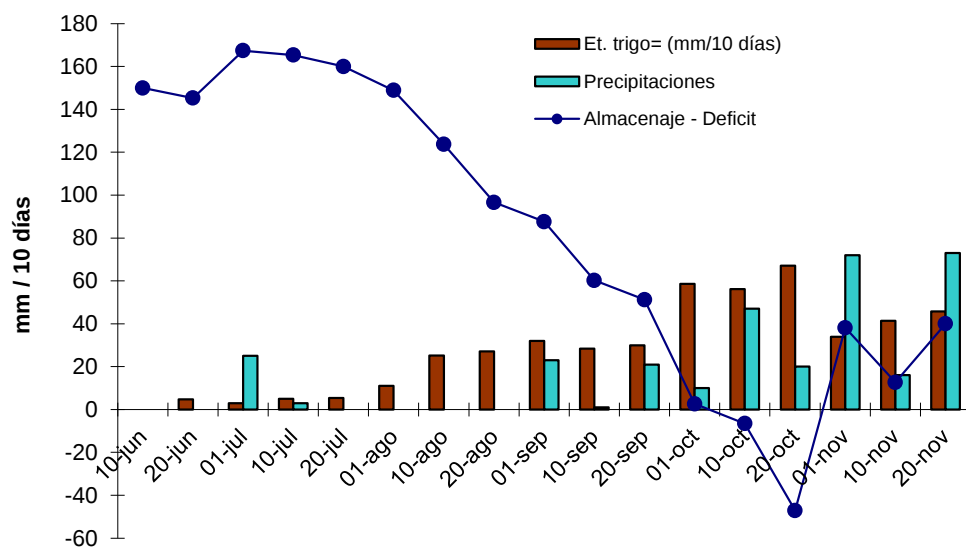


Figura 1.b

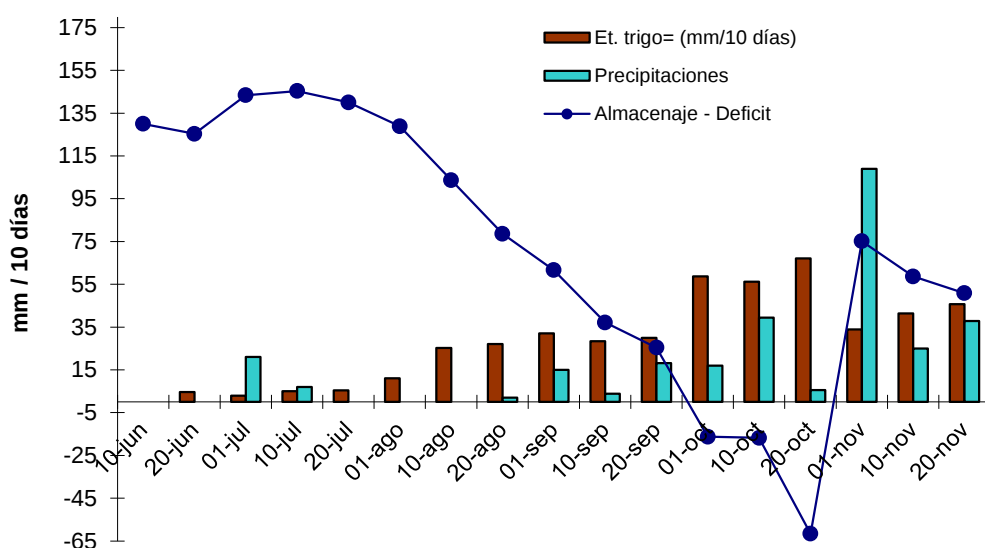


Figura 1.c

Figura 1: Precipitaciones, evapotranspiración y balance hídrico para a) Cebada en Pergamino, b) Trigo en la Trinidad y c) Trigo en Pergamino. Año 2013.

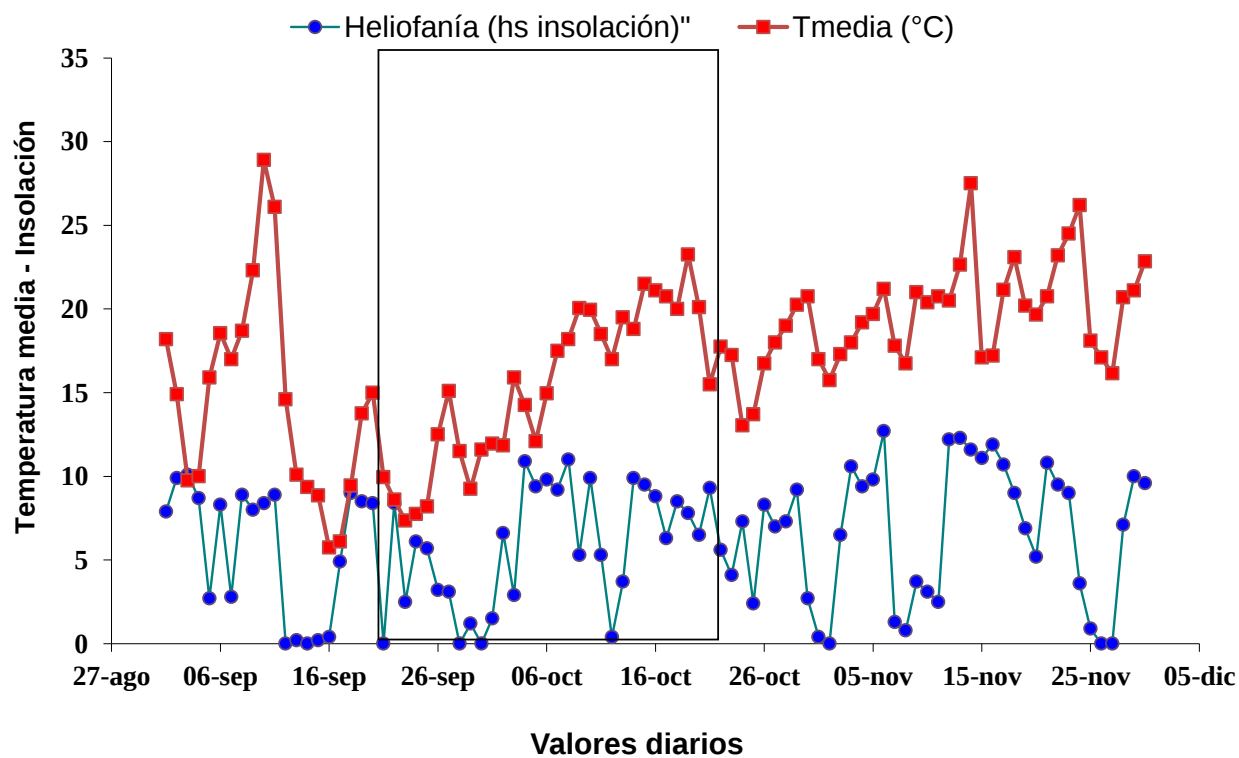


Figura 2: Horas diarias de insolación y temperaturas medias diarias en Pergamino en el período comprendido entre 1 de Setiembre y 1 de Noviembre de 2013.

b) Resultados de los experimentos

En la Tabla 3 se presentan datos de observaciones tomadas durante el ciclo de cultivo, y en la Figura 3 el rendimiento de grano.

Tabla 3: Parámetros morfológicos del cultivo: Materia seca en antesis (Z65), altura final de plantas (cm), lecturas de intensidad de verde en unidades Spad (Z65), cobertura en antesis Z65 (%), número de granos y rendimiento de grano. Tratamientos de fertilización con N, S, Zn y B en cereales invernales: Cebada y Trigo. La Trinidad-Pergamino. Año 2013.

	T	Tratamientos	MSeca Z65 (kg ha ⁻¹)	Altura plantas (cm)	Unidades Spad Z65	Cobertura %	Granos m ⁻² a cosecha	Rendimiento kg ha ⁻¹
Cebada	T1	T	6417	70	37,7	88	9018	3006
	T2	NS (s)	6475	70	42,1	90	10625	3542
	T3	NSZn (s)	6825	75	43,5	91	10965	4018
	T4	NS (m)	7263	72	42,4	95	11116	3705
	T5	NSZn (m)	6213	73	44,4	95	13268	4423
	T6	NSZn(m) B(Z39)	7788	74	46,5	94	14197	4732
	P=							0,001
	CV=							9,1 %
Trigo La Trinidad	T1	T	6625	80	44,0	89	14196	4732
	T2	NS (s)	7958	80	43,5	90	17054	5685
	T3	NSZn (s)	8750	90	44,5	92	21800	6250
	T4	NS (m)	8250	82	45,4	93	17679	5893
	T5	NSZn (m)	9125	85	45,4	95	19554	6518
	T6	NSZn(m) B(Z39)	8063	88	43,5	95	17768	5923
	P=							0,18
	CV=							13,3 %
Trigo Pergamino	T1	T	5425	62,5	44,4	82,5	12452	5089
	T2	NS (s)	8325	72,0	53,0	95,5	15913	6058
	T3	NSZn (s)	7950	71,0	49,8	96	15476	6500
	T4	NS (m)	8625	69,5	50,4	94	15535	6300
	T5	NSZn (m)	7550	69,0	51,1	96	17051	6435
	T6	NSZn(m) B(Z39)	3425	70,0	50,8	93	17641	6601
	P=							0,000
	CV=							6,3 %

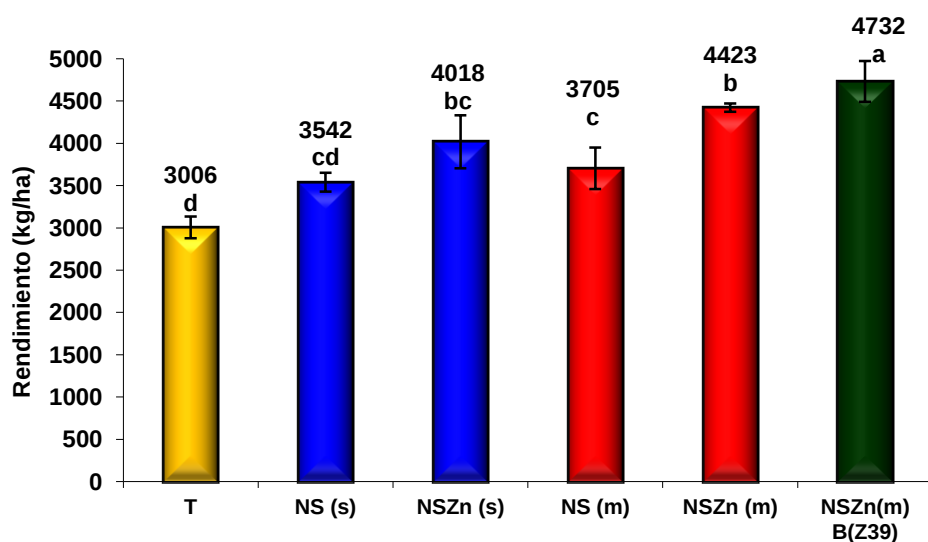


Figura 3.a

Tratamientos de fertilización

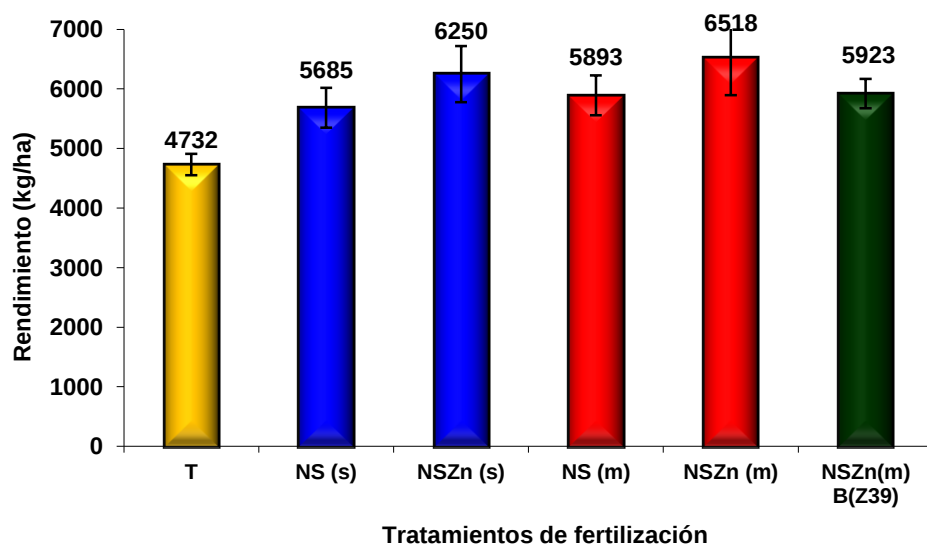


Figura 3.b

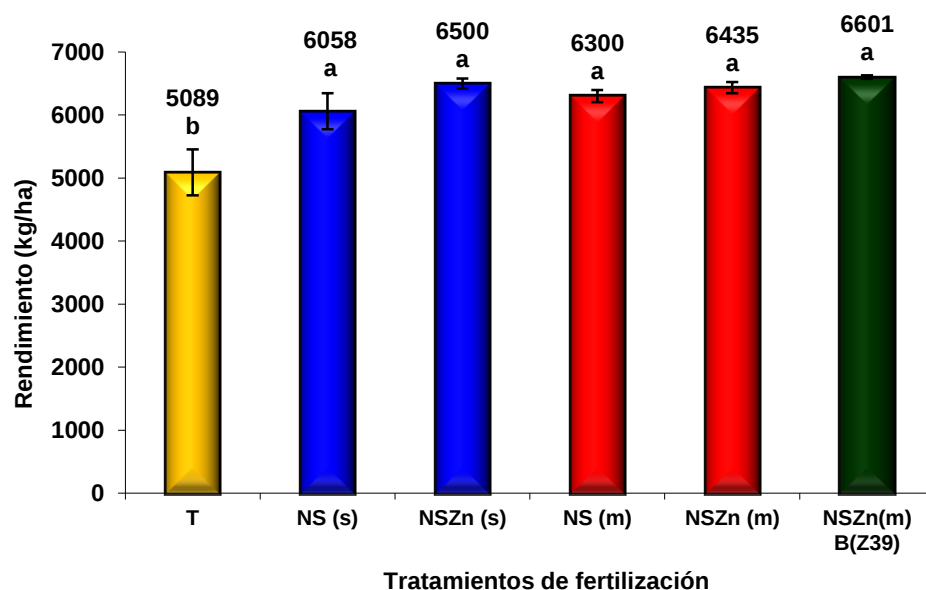


Figura 3.c

Figura 3: Producción media de grano de a) cebada cervecera b) trigo en La Trinidad y c) Trigo en Pergamino, según estrategias de fertilización con Nitrógeno, Azufre, Zinc y Boro aplicadas a la siembra, macollaje y hoja bandera. La Trinidad - Pergamino, año 2013. Letras distintas sobre las columnas representan diferencias significativas entre tratamientos ($\alpha=0,05$). Las barras de error indican la desviación standard de la media. Año 2013

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

* Los rendimientos fueron elevados, especialmente en trigo (Figura 3). El factor más limitante fue la restricción al rendimiento como consecuencia de una prolongada sequía invernal.

* Se determinaron diferencias estadísticas entre tratamientos en dos de los tres experimentos, siendo estos los de cebada y trigo en Pergamino ($P<0,05$), en el restante se observaron diferencias a nivel de tendencia.

* Todos los experimentos evidenciaron visualmente un mejor comportamiento de las aplicaciones de NS y Zn a la siembra, sin embargo los rendimientos finales mostraron equidad entre momentos de aplicación. Aún más, se pudo observar una ligera ventaja no significativa a favor de aplicaciones en macollaje, especialmente en el experimento de cebada.

* La fertilización con NS, como es habitual, demostró un efecto determinante sobre los rendimientos. Por su parte, la aplicación conjunta de Zn permitió incrementos en los diferentes experimentos, siendo las diferencias significativas para cebada en la aplicación de macollaje (Figura 3.1).

* El uso aditivo de Zn al suelo y B foliar en HB permitió alcanzar el rendimiento máximo en dos de los tres experimentos, cebada y trigo en Pergamino. Las diferencias obtenidas fueron tendencias leves, no significativas.

* Los resultados obtenidos permiten aceptar la hipótesis 1: el Zn incrementó los rendimientos en todos los cultivos, y de forma significativa en cebada. Las diferencias obtenidas fueron independientes del momento de aplicación. Respecto de B, se observaron incrementos leves en dos de los experimentos, en cebada se puede afirmar que existe un efecto significativo sobre los rendimientos. Los cereales de invierno, en situaciones donde no se expresan excesos hídricos o sequías extremas, muestran una elevada eficiencia de uso de los nutrientes que trasciende a las prácticas tradicionales.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

Albrecht, J., G. Meroi, H. Fontanetto, M. Sillón y P. Ruffino. 2012. Ensayos de cultivos alternativos campaña 2010/2011. Disponible on line:

<http://www.agriculturadeprecision.org/articulos/cultivos-legumbres/Ensayos-Cultivos-Alternativos-2010-2011.asp>

* Cakman, I. 2011. Impacts of Mineral Nutrition on Growth of Crop Plants. pp 7-12. En: Actas del Simposio Fertilidad 2011. “La Nutrición del cultivo integrada al Sistema de Producción”. IPNI Cono Sur-Fertilizar Asociación Civil. 269 pp.

* Fancelli, AL. 2006. Micronutrientes en la fisiología de las plantas. Pp 11-27. En: M Vázquez(ed). Micronutrientes en la agricultura. Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo. Buenos Aires, Argentina. 207pp.

* Ferraris, G. 2011. Microelementos en cultivos extensivos. Necesidad actual o tecnología para el futuro? pp 121-133. En: Actas del Simposio Fertilidad 2011. “La Nutrición del cultivo integrada al Sistema de Producción”. IPNI Cono Sur-Fertilizar Asociación Civil. 269 pp.

* Ferraris, G. 2012. Zinc y otros microelementos en Maíz. Jornada de Maíz. INTA EEA Marcos Juárez. 5 de Julio de 2012. 8pp

* Ferraris, G., y L. Couretot. 2011. Fertilización complementaria en soja: Tratamientos de fertilización foliar como herramienta para mitigar períodos de estrés simulados por defoliación. Informe técnico. UCT Agrícola – Area de Desarrollo Rural INTA Pergamino. 6p. Disponible on line www.inta.gov.ar/pergamino/informacion

* Ferraris, G., y L. Couretot. 2012. Fertilización complementaria en soja. Informe técnico. UCT Agrícola – Area de Desarrollo Rural INTA Pergamino. 9p.

* Ferraris, G., L. Couretot y J. Urrutia. 2010. Tecnologías para la aplicación de microelementos en maíz. Dosis y sistemas de aplicación de zinc en combinación con fuentes nitrógeno-azufradas. V Jornada de Maíz. AIANBA-INTA EEA Pergamino. 11p.

* Ferraris, GN, L. Couretot, L. Ventimiglia y F. Mouselgne, F. 2010. Respuesta al zinc en maíz utilizando diferentes tecnologías de aplicación en la región Centro Norte de Buenos Aires. IX Congreso Nacional de Maíz. Mesa de Fertilidad y Nutrición del cultivo. AIANBA. Rosario, Noviembre de 2010.

* Galvão, E.Z. 1996. Níveis críticos de zinco e avaliação de sua disponibilidade para o milho num Latossolo Vermelho-Escuro, argiloso, fase cerrado. Revista Brasileira de Ciencia do Solo, Campinas, 20 283-289.

* Prystupa, P. M. Torres Duggan y G. Ferraris. 2012. Tecnología de aplicación de micronutrientes en la Región pampeana Argentina.

* 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.

* 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.