

## **EFFECTO DEL ZINC EN TRIGO EN EL AREA CENTRAL DE SANTA FE. CAMPAÑA 2005/06.**

FONTANETTO, Hugo<sup>1</sup>, QUAINO, Oscar<sup>1</sup>, KELLER, Oscar<sup>1</sup>, BELOTTI, Leandro<sup>2</sup>,  
NEGRO, Carlos<sup>2</sup> y GIAILEVRA, Dino<sup>2</sup>

---

*1.- Profesionales INTA EEA Rafaela*

*2.- Asesores Privados*

### **Introducción**

La intensificación en el uso agrícola de los suelos de la región central de Santa Fe fue provocando el deterioro de su alta fertilidad química original. La respuesta a la fertilización con nitrógeno (N), fósforo (P) y azufre (S) fue documentada por varios autores en la última década (Albrecht et al., 2000 ; Cordone y Martinez, 2002 ; Fontanetto et al., 2003 ; Séller y Fontanetto, 2003 ; Vivas, 1996); apareciendo también el efecto de otros nutrientes para la soja (Vivas y Fontanetto, 2004).

Prácticamente no existe información hasta la fecha respecto al agregado de micronutrientes para cultivos agrícolas, pero debido al intensivo uso de los suelos, sería probable encontrar respuestas a la fertilización con boro (B), zinc (Zn), hierro (Fe), molibdeno (Mo) y cobalto (Co).

En una primera aproximación a escala regional respecto a la dotación y disponibilidad de micronutrientes en los suelos de la Región Pampeana Norte, se concluyó que las deficiencias de micronutrientes eran inferiores a las de otros países (Sillanpää, 1982). Como el mencionado estudio fue realizado en la década del 80 es posible que no refleje la

situación actual. Otro trabajo efectuado en la zona núcleo maicera informó que los micronutrientes Zn y Cu registraron las mayores pérdidas respecto a los niveles del suelo virgen, mientras que B, Fe, Mo y Mn disminuyeron en menor magnitud y Co aumentó ligeramente. En este trabajo se concluyó que las exportaciones por los granos y la quema de rastrojos fueron los que provocaron tal disminución (Andriulo et al., 1996).

Para el área de Rafaela, en un estudio efectuado en el año 1975, se informó que los micronutrientes en la capa superior del suelo no mostraron disminución respecto a sus contenidos originales debido al manejo, a excepción del B en el horizonte A<sub>12</sub> (Panigatti, 1975). Es de esperar que luego de 31 años con los suelos bajo diferentes sistemas de producción, los micronutrientes puedan haber disminuido respecto del suelo virgen y que se presenten respuestas a su agregado como fertilizantes.

A los efectos de conocer la respuesta del trigo a la fertilización con Zn, se realizó una experiencia cuyo objetivo fue evaluar el efecto de dosis y momentos de aplicación de zinc (Zn) sobre los rendimientos del trigo y sus componentes.

## Materiales y Métodos

El ensayo se realizó en la zona rural de Clucellas (Santa Fe) en un lote cuyo cultivo antecesor fue soja de segunda, sobre un Argiudol típico. Se efectuó un barbecho químico para el control de malezas mediante una aplicación de glifosato (1,2 l/ha de p. a) + metsulfurón (8 g/ha), realizado el 17/05/2005. El cultivar de trigo utilizado fue Onix, sembrado el 24/06/2005 con una densidad de 112 kg/ha. La fertilización básica para todos los tratamientos fue previa a la siembra (19/06/2005), utilizando una dosis de 60 kg/ha de N (bajo la forma de nitrato de

amonio, con 27% de N) y de 12 kg/ha de azufre (S, bajo la forma de Yeso agrícola, 18 % de S).

Los tratamientos de fertilización con Zn fueron aplicaciones a la semilla al momento de la siembra y también de pulverizaciones sobre el cultivo en pleno macollaje. Los productos (formulados como suspensiones concentradas de Zn, al 60 % el de semilla y al 70 % el de aplicación foliar) se aplicaron a la semilla al momento de la siembra y vía foliar en el estadio de 5 hojas del trigo (V5). El detalle de los tratamientos evaluados se detallan en el Cuadro 1.

**Cuadro 1.** Productos y dosis ensayados. Trigo campaña 2005/06.-

Tratamientos	Tipo de Aplicación		Dosis de producto (litros/ha)	
	A la Semilla	Foliar	A la Semilla	Foliar
<b>1 (T): Testigo</b>	NO	NO	0	0
<b>2 (S): tratamiento de la semilla</b>	SI	NO	4	0
<b>3 (F1): tratamiento foliar dosis 1</b>	NO	SI	0	0,5
<b>4 (S+F1): trat. semilla + foliar dosis 1</b>	SI	SI	4	0,5
<b>5 (S+F2): trat. Semilla + foliar dosis 2</b>	SI	SI	4	1,0
<b>6 (F2): tratamiento foliar dosis 2</b>	NO	SI	0	1,0

Los variantes de fertilización en estudio conformaron 6 tratamientos que se dispusieron en bloques completos al azar con cuatro repeticiones. El tamaño de las parcelas fue de 2 m de ancho por 10 m de largo. La cosecha del ensayo se realizó el 08/12/2005 con cosechadora de parcelas, sobre una superficie de 15 m<sup>2</sup>/parcela. El rendimiento en granos y sus componentes (n° de espigas/m<sup>2</sup>, número de granos/espiga, número de granos/m<sup>2</sup> y peso de

1.000 granos) fueron analizados mediante el análisis de la variancia y las diferencias entre medias de cada factor mediante contrastes ortogonales (P< 0,05).

Las comparaciones entre medias analizadas fueron las siguientes:

- a.-** Trat. 1 vs. promedio trat. restantes.
- b.-** Trat. 4 vs. trat. 5.
- c.-** Trat. 3 vs. trat. 6.

d.- Promedio trat. 4+5 vs. Promedio trat. 3+6.

e.- Trat. 2 vs. Promedio Trat. 3+6.

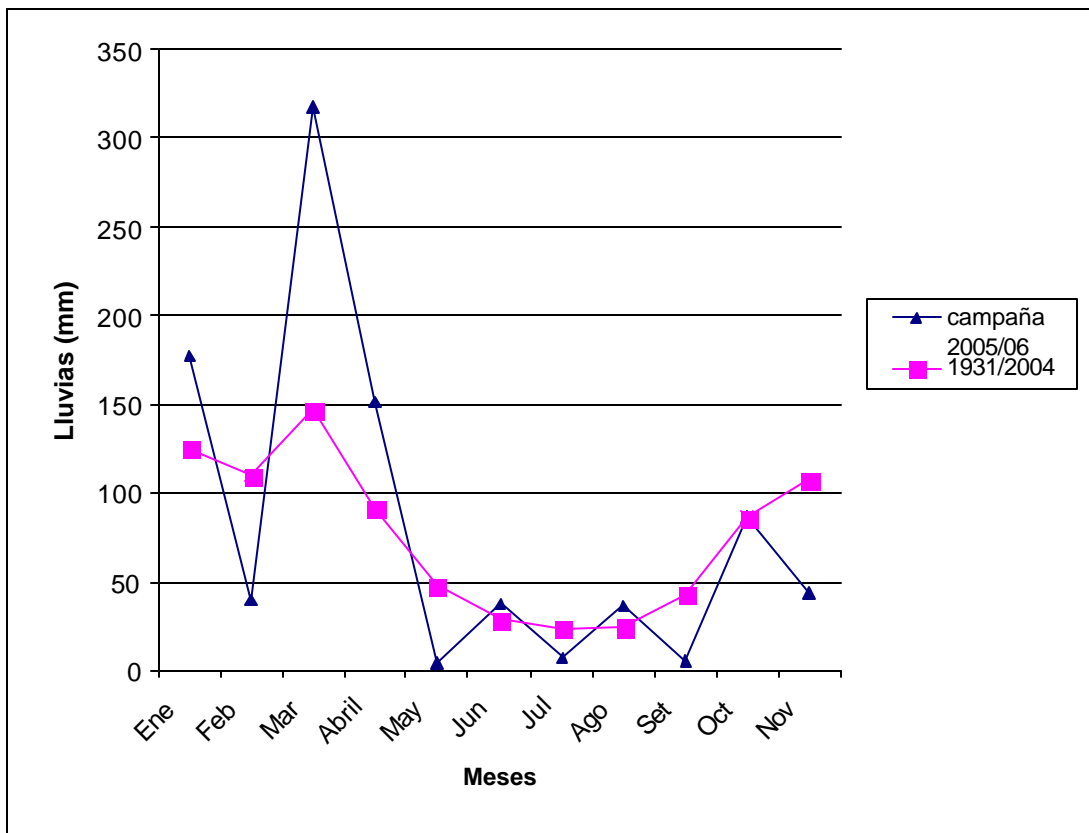
El análisis químico inicial del suelo (0-20 cm) se detalla en el Cuadro 2.

**Cuadro 2.** Características químicas del suelo a la siembra del trigo. Campaña 2004/05.

Prof.	MO	Nt	N-NO <sub>3</sub>	P. extr. Bray I	S-SO <sub>4</sub>	pH	K	Mg	Ca	Na
(cm)	(%)	ppm								
<b>0-20</b>	3,08	0,152	10,2	39,2	7,5	5,9	598	233	1478	38,0

De los valores del Cuadro 2 se aprecia para el sitio bajo estudio, un contenido medio de MO y de Nt, una regular cantidad de N-NO<sub>3</sub>, una alta provisión de P extractable y de S-SO<sub>4</sub> y un valor relativamente medio-regular de pH. Por lo expuesto, la fertilidad del suelo podría considerarse de media a baja. Los niveles de Ca, Mg, K y Na son normales para suelos agrícolas de la región.

Las precipitaciones registradas se detallan en la Figura 1.



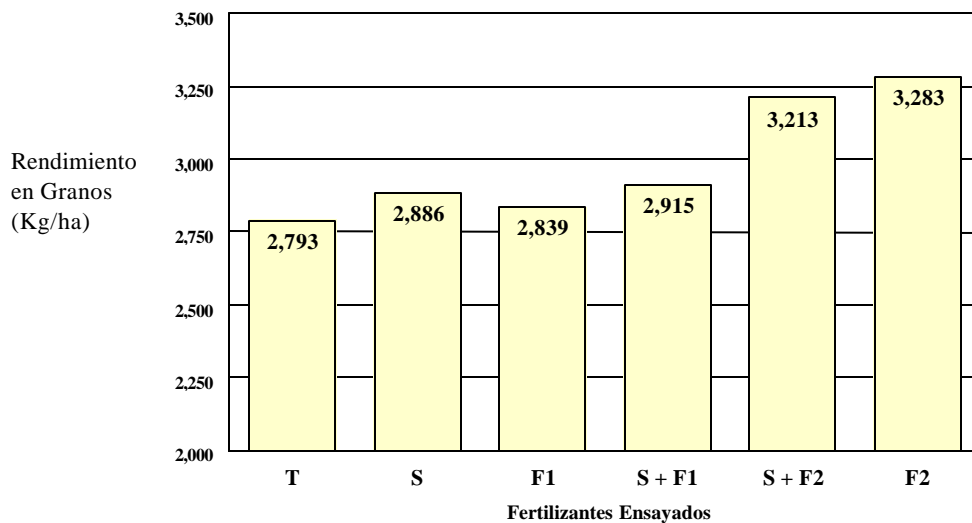
**Figura 1.** Lluvias registradas durante el desarrollo del Trigo. Rafaela, campaña 2005/06 y serie histórica 1931/2004.

Las condiciones de lluvias fueron muy altas durante el período de barbecho del trigo y permitieron iniciar el ciclo con una disponibilidad de 177 mm de agua en el suelo hasta 1 metro de profundidad. Luego fueron inferiores a la media histórica durante todo el período vegetativo y reproductivo. Las temperaturas durante las fases de determinación del número de granos y del

período de llenado de granos fueron inferiores a las medias históricas en 1,1 y 0,6 °C, respectivamente (Villar, 2006) y permitieron que el mismo se alargue en aproximadamente 8-10 días respecto al promedio histórico; provocando que los granos tuviesen un peso superior a lo normal.

## Resultados y Discusión

El análisis de la variancia detectó diferencias entre las medias de los tratamientos, las que se detallan en la Figura 2.



**Figura 2.** Rendimiento en granos del trigo con los tratamientos ensayados. Rafaela, campaña 2005/06.-

El ensayo arrojó diferencias significativas entre los tratamientos evaluados para el rendimiento en granos, pero no para el resto de los componentes evaluados. Los promedios de

rendimientos en grano del trigo fueron altos de acuerdo a las características de la campaña informada.

En el Cuadro 3 se presentan los resultados de la prueba de Contrastes ortogonales.

**Cuadro 3.** Formas y dosis de aplicación del Zn en Trigo, comparaciones de medias de rendimiento en granos, valor del contraste y su significancia ( $P < 0,05$ ).

Comparaciones	Contrastes	Probabilidad (Pr > F)
a.- Testigo vs. Trat. Fertilizados (trat. 1 vs. Promedio trat. restantes).	2.793 kg/ha vs. 3.027 kg/ha	0,0172 (S)
b.- Tratamiento S+F1 vs. Trat. S+F2 (trat. 4 vs. trat. 5).	2.914 kg/ha vs. 3.213 kg/ha	0,0184 (S)
c.- Tratamiento F1 vs. trat. F2 (trat. 3 vs. trat. 6).	2.839 kg/ha vs. 3.283 kg/ha	0,0013 (S)
d.- Tratamientos (S+F1 + S+F2) vs. Trat. (F1+F2) (Promedio trat. 4+5 vs. Promedio trat. 3+6).	3.064 kg/ha vs. 3.061 kg/ha	0,973 (NS)
e.- Tratamiento S vs. Tratamientos (F1+F2) (trat. 2 vs. Promedio Trat. 3+6).	2.886 kg/ha vs. 3.061 kg/ha	0,0937 (NS)

(S): significativo , (NS): no significativo.-

Para la variable rendimiento en granos fueron significativos el efecto de los tratamientos con Zn respecto al testigo (contraste a), el efecto de la dosis doble respecto a la dosis simple ambas combinadas con tratamiento de semilla (contraste b) y el de la aplicación foliar en dosis doble respecto a la dosis simple (contraste c). No fueron significativos el tratamiento que combinó aplicación a la semilla + aplicación foliar respecto al de aplicación foliar (contraste d), ni tampoco el efecto del tratamiento de la semilla en relación a la aplicación foliar.

Todos los tratamientos con Zn produjeron mayores rendimientos que el testigo, con incrementos que variaron entre 93 y 490 kg/ha.

No existió relación entre el rendimiento en granos con las variables: número de granos/m<sup>2</sup>, número de espigas/m<sup>2</sup>, peso de 1.000 granos y número de granos/espiga.

#### Consideraciones finales

- El agregado de Zn afectó la producción de trigo pero no a los componentes del rendimiento.
- En las aplicaciones combinadas (tratamiento de la semilla + pulverización foliar) las dosis mayores mostraron mejor performance.
- Las aplicaciones combinadas fueron mejores que las foliares.
- Es necesario continuar investigando el efecto del Zn en Trigo y delimitar las áreas geográficas donde el efecto sea significativo.

## Bibliografía

- Albrecht, R. E.; H. S. Vivas; H. Fontanetto y J. L. Hotián. 2000. Residualidad del fósforo y del azufre en Soja sobre dos secuencias de cultivos. Campaña 1999-2000. En. Información Técnica de Soja y Maíz de Segunda. Campaña 2000. INTA EEA Rafaela. Publicación Miscelánea N° 93.
- Andriulo, A.; J. Galantini; F. Abrego y F. Martínez. 1996. Exportación y balance edáfico de nutrientes después de 80 años de agricultura.. *In:* XII Congreso Latinoamericano de Ciencia de Suelo. Aguas de Lindoia, SP, Brasil.
- Cordone, G. y F. Martínez. 2002. Efecto de la aplicación de azufre y distintas dosis de nitrógeno sobre el rendimiento del doble cultivo trigo-soja. AER INTA Casilda-Santa Fe. Informaciones Agronómicas (INPOFOS). Número 13. Marzo 2002. p 14-16.
- Fontanetto, H. ; H. S. Vivas; R. Albrecht y J. Hotian. 2003. La Fertilización con N, P y S y su residualidad en una secuencia agrícola de la región central de Santa Fe. Efecto sobre el rendimiento de granos. INPOFOS Cono Sur. Instituto de la Potasa y el Fósforo. Simposio: El Fósforo en la Agricultura: 91-92.
- Keller, O. y H. Fontanetto. 2003. Rendimiento del trigo con fertilización nitrogenada y azufrada. Campaña 2002/03. Fuentes, dosis y momentos de aplicación. INTA, Estación Experimental Agropecuaria Rafaela. Información Técnica de Trigo. Campaña 2003. Publicación Miscelánea N° 99, N° 10: 1-3.
- Panigatti, J. L. 1975. Genetic and induced properties of Mollisols of the Northern Pampa, Argentina. Ph. D. Thesis, Michigan State University. 86 p.
- Sillanpää, M. 1982. Micronutrients and the nutrient status of soil: a Global Study. FAO. Roma.
- Villar, J. 2006. Factores ambientales relacionados con la productividad del trigo en las campañas 2004 y 2005 en el centro de Santa Fe. INTA, Estación Experimental Agropecuaria Rafaela. Información Técnica de Trigo. Campaña 2006. Publicación Miscelánea N° 105: 1-10.
- Vivas, H. S. 1996. Corrección del fósforo edáfico en una rotación agrícola del centro-este de la provincia de Santa Fe. II. Residualidad del fósforo en la producción de soja. Campaña 1995/96. INTA EEA Rafaela. Publicación Miscelánea N°80.
- Vivas, H. , H. Fontanetto. 2004. Phosphorus, sulfur and calcium on soybean grain yield in the eastern area of Santa Fe. VII World Soybean Research Conference. Documentos 228, C083:204.