

Efecto de la fertilización con zinc en trigo en la región Central de Santa Fe.

- HUGO FONTANETTO • PROFESIONALES DEL INTA RAFAELA
- OSCAR KELLER • PROFESIONALES DEL INTA RAFAELA
- LEANDRO BELOTTI • ASESOR PRIVADO
- CARLOS NEGRO • ASESOR PRIVADO
- DINO GIAILEVRA • ASESOR PRIVADO

PALABRAS CLAVES

TRIGO; FERTILIZACIÓN; ZINC; RENDIMIENTO; CENTRO DE SANTA FE.

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 y la respuesta a la fertilización con nitrógeno (N), fósforo (P) y azufre (S) fue documentada por varios autores en la última década (1, 3, 4,5 y 8); apareciendo también efecto de otros nutrientes para la soja (9).

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

En referencia a la dotación y disponibilidad de micronutrientes en los suelos de la Región Pampeana Norte, en un estudio que fue la primera aproximación a escala regional, se concluyó que las deficiencias de micronutrientes eran inferiores a las de otros países (7).

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 menos 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 (2).

Para el área de Rafaela, en un estudio efectuado en el año 1.975, 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 A12 (6). Por lo tanto luego de 31 años con los suelos bajo diferentes sistemas de producción, sería previsible que los micronutrientes

puedan haber disminuido respecto del suelo virgen y que se presenten respuestas a su agregado como fertilizantes.

Por lo mencionado, el objetivo del ensayo fue evaluar el efecto de dosis y momentos de aplicación de zinc (Zn) sobre los rendimientos del trigo y sus componentes.

El ensayo se realizó en la zona rural de Clucellas (Santa Fe) en un lote cuyo cultivo antecesor fue soja de segunda. El suelo fue un Argiudol típico y el barbecho químico para el control de malezas se realizó mediante una aplicación de glifosato (1,2 l/ha de p. a) + metsulfurón (8 g/ha), realizados 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 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.

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 m²/parcela. El rendimiento en granos y sus componentes fueron analizados mediante el análisis de la variancia y las diferencias entre medias de cada factor mediante contrastes ortogonales ($P < 0,05$).

TABLA 1 | Productos y dosis ensayados. Trigo campaña 2005/06.

N° de Trat.	Tipo de Aplicación		Dosis de producto (litros/ha)	
	A la Semilla	Foliar	A la Semilla	Foliar
1 (T)	NO	NO	0	0
2 (S)	SI	NO	4	0
3 (F1)	NO	SI	0	0,5
4 (S+F1)	SI	SI	4	0,5
5 (S+F2)	SI	SI	4	1,0
6 (F2)	NO	SI	0	1,0

TABLA 2 | Características químicas del suelo a la siembra del trigo. Campaña 2004/05.

Prof. (cm)	MO (%)	Nt (%)	N-NO3 (ppm)	P. extr. Bray I (ppm)	S-SO4 (ppm)	pH	K (ppm)	Mg (ppm)	Ca (ppm)	Na (ppm)
0-20	3,08	0,15 2	10,2	39,2	7,5	5,9	59 8	233	1478	38, 0

Las diferencias entre medias analizadas fueron las siguientes:

- Testigo (T) vs. Trat. Fertilizados (trat. 1 vs. promedio trat. restantes).
- Tratamiento S+F1 vs. Trat. S+F2 (trat. 4 vs. trat. 5).
- Tratamiento F1 vs. trat. F2 (trat. 3 vs. trat. 6).
- Tratamientos (S+F1 + S+F2) vs. Trat. (F1+F2) (Promedio trat. 4+5 vs. Promedio trat. 3+6).
- Tratamiento S vs. Tratamientos (F1+F2) (trat. 2 vs. Promedio Trat. 3+6).

Resultados Y Discusion

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

De los valores de la Tabla 2 se aprecia para el sitio bajo estudio, un contenido medio de MO y de Nt, una regular cantidad de N-NO3, una alta provisión de P extractable y de S-SO4 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 el Gráfico 1.

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 útril 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 el período de llenado de granos fueron inferiores a las medias históricas 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.

El análisis de la variancia se puede apreciar en la Tabla 3.

GRAFICO 1 | Lluvias registradas durante el desarrollo del Trigo. Rafaela, Campaña 2005/06.

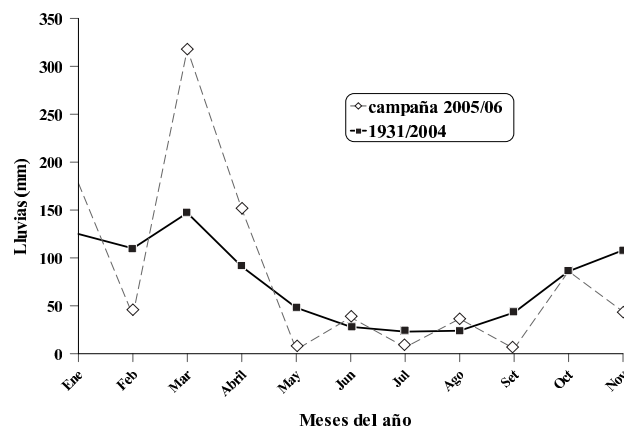


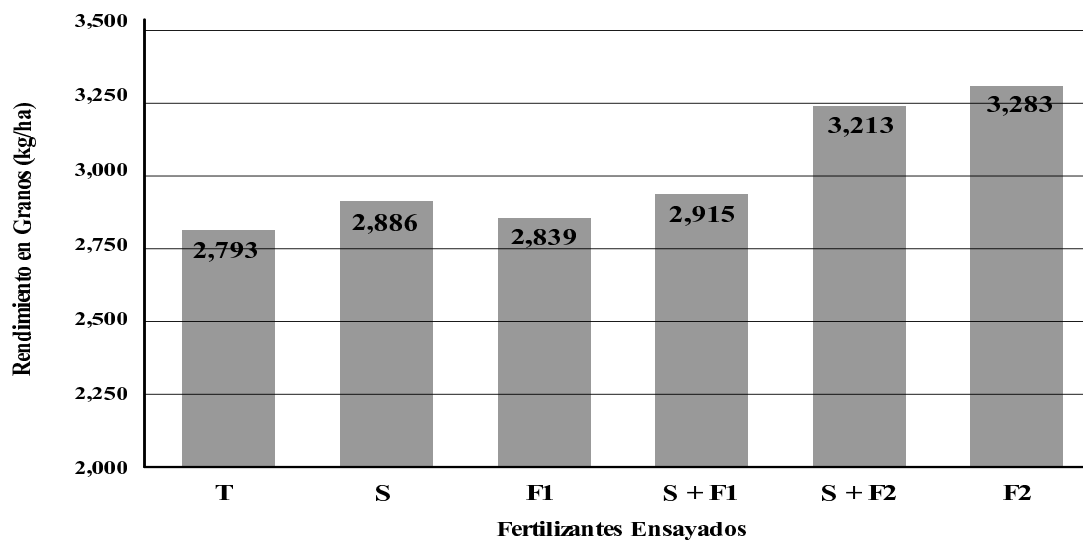
TABLA 3 | Momentos y dosis de aplicación de Zn en Trigo, media de rendimientos y sus componentes y coeficiente de variación.

Variable	-----Pr>F-----		Promedio (kg/ha)	C V
	Modelo	Tratamientos		
Rendimiento en granos	< 0,0037	< 0,0018	2.988	5,34
Nº de granos/espiga	< 0,3741	< 0,3059	20,4	4,62
Nº de espigas/m2	< 0,9129	< 0,9952	430,7	1,64
Peso 1.000 granos	< 0,3870	< 0,2646	40,3	0,68
Nº granos/m2	< 0,4683	< 0,3839	8.774	4,75

TABLA 4 | Formas y dosis de aplicación de Zn en Trigo, comparaciones de medias de rendimiento en granos, valor del contraste y su significancia (PL 0,05).

Comparaciones de Medias	Contraste	Valor de F	Probabilidad (Pr > F)
a.- Testigo vs. Trat. Fertilizados (trat. 1 vs. promedio trat. restantes).	182676,03	7,17	0,0172 (S)
b.- Tratamiento S+F1 vs. Trat. S+F2 (trat. 4 vs. trat. 5).	178204,5	6,99	0,0184 (S)
c.- Tratamiento F1 vs. trat. F2 (trat. 3 vs. trat. 6).	394272,0	15,47	0,0013 (S)
d.- Tratamientos (S+F1 + S+F2) vs. Trat. (F1+F2) (Promedio trat. 4+5 vs. Promedio trat. 3+6).	30,25	0,00	0,973 (NS)
e.- Tratamiento S vs. Tratamientos (F1+F2) (trat. 2 vs. Promedio Trat. 3+6).	81666,67	3,20	0,0937 (NS)

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

GRAFICO 2 | Rendimiento en granos del trigo con los tratamientos ensayados.
Rafaela, Campaña 2005/06.

Considerando el nivel de significancia establecido tanto para el modelo como para los tratamientos (5 %), el ensayo arrojó diferencias significativas entre los tratamientos evaluados para el rendimiento en granos, pero no para el resto de los componentes. Los promedios de rendimientos en grano del trigo fueron altos de acuerdo a las características de la campaña informada.

En la Tabla 4 se presentan los resultados de la prueba de Contrastes ortogonales. Para la variable rendimiento en granos fue significativo 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 fue significativo el tratamiento de la combinación de semilla + aplicación foliar en relación a sólo aplicación foliar (contraste d), ni tampoco el efecto del tratamiento de semilla en relación a la aplicación foliar.

En el Gráfico 2 se detallan los rendimientos en grano obtenidos. 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/m², número de espigas/m², peso de 1.000 granos y número de granos/espiga.

Consideraciones Finales

- Se verificó efecto del Zn sobre la producción de trigo, pero no sobre los componentes del rendimiento.
- Las dosis mayores de las aplicaciones combinadas (semilla + foliar) 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

- 1- 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 Nº 93.
- 2- Andriulo, A.; J.Galantini; F.Abrego y F. Martínez. 1996. Exportación y balance edáfico de nutrientes despues de 80 años de agricultura.. In: XII Congreso Latinoamericano de Ciencia de Suelo. Aguas de Lindoia, SP, Brasil.
- 3- 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.
- 4- 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.
- 5- 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 Nº 99, Nº 10: 1-3.
- 6- Panigatti, J. L. 1975. Genetic and induced properties of Mollisols of the Northern Pampa, Argentina. Ph. D. Thesis, Michigan State University. 86 p.
- 7- Sillanpää, M. 1982. Micronutrients and the nutrient status of soil: a Global Study. FAO. Roma.
- 8- 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 Nº80.
- 9- 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.