

***Respuesta de trigo a la aplicación foliar
con Zinc en un suelo haplustol entico
del departamento Río Cuarto***

Aguiló Nicolás

Bianco Alfonso Felipe

Cofanelli Pablo Nicolás

Mercol Facundo

Tutor: Ing. Agr. Buffa, Eduardo Volmer

AREA DE CONSOLIDACIÓN.

SISTEMAS AGRÍCOLAS DE PRODUCCIÓN EXTENSIVOS.

AÑO 2015.

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA.

Introducción

La producción de trigo en la provincia de Córdoba está limitada fundamentalmente por la disponibilidad de agua, sin embargo la nutrición no deja de ser importante para lograr altos rendimientos. Dentro de esta el Zn forma en los vegetales complejos enzima-sustrato, y cataliza innumerables reacciones enzimáticas que regulan procesos metabólicos muy importantes para la planta, como la respiración y la síntesis de clorofila. Es un precursor del triptofano y AIA, regulando la producción de auxinas. Interviene en la síntesis de proteínas, carbohidratos y la formación de granos. Como es poco móvil en el suelo y también en la planta, se ha utilizado preferencialmente la aplicación foliar, de modo de facilitar su aprovechamiento y minimizar la necesidad de traslocación a los órganos y células que funcionarían como destino del nutriente. Ing Agr (MSc) Gustavo N. Ferraris (2014)

Información más reciente sobre disponibilidad de este micronutriente en suelos de Córdoba concluye que podrían existir deficiencias localizadas con probable respuesta a Cu y Zn (*Sillanpaa, 1982*)

En un relevamiento realizado en la zona norte de la Región Pampeana se determinó que el 20 % de las muestras analizadas estuvieron por debajo del rango de suficiencia para zinc y confirmaron que se encuentra entre aquellos más frecuentemente limitantes (*Ratto de Míguez y Fatta 1990*).

Además de la disponibilidad en el suelo, la fertilización con dosis altas de Fósforo, en especial en bandas, puede inducir una deficiencia de Zinc. (*Gregory, Frink 1995*).

El objetivo del presente trabajo fue identificar y cuantificar posibles respuestas en rendimiento con diferentes niveles de fertilización foliar con Zinc, bajo un modelo de producción típico de la región analizada.

Materiales y métodos

La experimentación fue conducida durante la campaña 2014/15, en la localidad de Las Gamas (32°28'29,9"S 64°06'27"O) departamento Río Cuarto, provincia de Córdoba, Argentina. Los suelos de esta región pertenecen a la serie Monte Alto siendo Haplustoles enticos, franco-limosos, de clase IIIec, con un índice de productividad del 68% (Carta de suelos de la república Argentina).

Se seleccionó un lote con un cultivo implantado de trigo variedad Guapo (FS: 12/05/2014). Se utilizaron 100 kg. de semilla por hectárea, con un espaciamiento de 23 cm. entre hileras. Previo a la siembra se realizó un barbecho químico con 1,7 l. de Sulfosato touchdown (Glifosato 62%), 350 cc. 2,4-D, 150 cc. de Banvel (Dicamba) y 3 gr. de Metsulfurón. Se fertilizó con 50 kg/ha. de una mezcla 20-20. El cultivo antecesor fue soja.

Se plantearon 7 tratamientos (**Tabla 1**), cinco de los cuales tienen dosis variables de Zinc, aplicado como Sulfato de Zinc heptahidratado ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$): 0; 125; 250; 500 y 750 gr Zn/ha. Los dos tratamientos restantes corresponden a Sulfato en cantidades equivalentes a las contenidas en los tratamientos Zn 250 y Zn 750. Cabe aclarar que estos últimos tienen como fin eliminar el posible efecto del Azufre en el rendimiento.

El diseño experimental se realizó en bloques completos al azar, con cinco repeticiones por tratamiento, contando cada unidad experimental con una superficie de 4 m². Los ensayos se mantuvieron libres de plagas, enfermedades y malezas.

Al momento de la cosecha, se recolectó el grano contenido en el m² central de cada parcela, el desgrane y limpieza se realizó de manera manual. Posterior a esto se pesó el contenido de cada unidad experimental para luego analizar los resultados mediante el software estadístico InfoStat (*Di Rienzo, et al., 2014*) mediante el análisis de varianza.

Tabla 1. Tratamientos evaluados, dosis, momento y localización del fertilizante con Zn en el cultivo de trigo

Tratamiento	Descripción	Dosis de Zn g/ha	Momento de aplicación	Localización
T1	Testigo	0	Macollaje	Foliar
T2	Zn 125	125	Macollaje	Foliar
T3	Zn 250	250	Macollaje	Foliar
T4	Zn 500	500	Macollaje	Foliar
T5	Zn 750	750	Macollaje	Foliar
T6	S2	0	Macollaje	Foliar
T7	S4	0	Macollaje	Foliar

En paralelo al desarrollo del cultivo, se obtuvieron muestras de suelo y de planta. Con respecto al primero, se tomaron muestras mediante un barreno de torsión de 0-20 cm. de profundidad, extrayéndose de cada parcela una barrenada en la entrelínea central, conformándose luego una muestra compuesta para los bloques 1, 3 y 5 (**Tabla 2**); dividiendo la misma en 0-5 cm. y 5-20 cm. Además, se obtuvieron tres perfiles de 0-80 cm., clasificados según la profundidad (0-10, 10-20, 20-40, 40-60 y 60-80 cm.) fuera del experimento (**Tabla 3**) en tres puntos distanciados entre ellos a 10 mts., dentro de éstos también se obtuvieron muestras de planta, compuestas por 25 hojas sanas tomadas del estrato medio de 25 plantas diferentes.

Tabla 2. Análisis químico de muestras compuestas para dos profundidades

Profundidad	pH 1:2	CE sat	Co	MO	P olsen	Zn-DTPA
		dS/m	%	%	ppm	ppm
0-5 cm.	6,09	1,25	1,66	2,85	8,85	0,69
5-20 cm.	6,31	0,75	1,37	2,35	4,53	0,51

Tabla 3. Análisis químicos de las muestras de suelo de los perfiles promedio a diferentes profundidades

Profundidad	pH 1:2	CE sat	Co	MO	P olsen	Zn-DTPA
		dS/m	%	%	ppm	ppm
0-10 cm	6,36	0,61	1,42	2,45	8,3	0,70
10-20 cm	6,43	0,43	1,17	2,01	5,1	0,51
20-40 cm	6,80	0,27	0,82	1,41	5,6	0,29
40-60 cm	7,08	0,11	0,47	0,81	5,2	1,34
60-80 cm	7,70	0,80	0,39	0,68	5,6	0,64

La extracción de Zinc se realizó con ácido dietilentriamino penta acético (DTPA) ajustado a pH 7,3 (*Lindsay y Norvell, 1978*). Para conocer el contenido de Zinc y Fosforo en planta, se extrajeron muestras de cultivo en emergencia y encañazón. Estas muestras fueron secadas a estufa y quemadas en mufla a 600°C por 4 horas. Las cenizas se solubilizaron en HCl 0,01 N para su análisis. El Zinc en los extractos de suelo y planta fueron determinados en un espectrofotómetro de absorción atómica PinAAcle 900, Perkin Elmer del laboratorio de suelos de INTA Manfredi.

El pH se determinó en suspensión suelo:agua 1:2 y el Carbono Orgánico a través del método de combustión húmeda (*Walkley y Black . 1934*) y luego se lo multiplicó por el factor 1,72 para obtener el dato de Materia Orgánica.

El contenido de sales solubles totales fue estimado por Conductividad Eléctrica en suspensión suelo:agua 1:2 (*Delavalle, 1992*) con un conductímetro Hanna.

El contenido de Fósforo se obtuvo con Bicarbonato de sodio 0,5 N, pH 8,2 (*Olsen, 1954*), relación de suelo-solución: 1 g en 20 ml y agitado de 30 minutos y lectura de absorbancia a 882 nm.

Resultados y Discusión

No hubo diferencia significativa a la aplicación de Zinc foliar, la **figura 1** muestra el resultado del ensayo. Tampoco se registró diferencias de rendimientos por aplicación de azufre, por lo que no existe interacción de este elemento con Zinc.

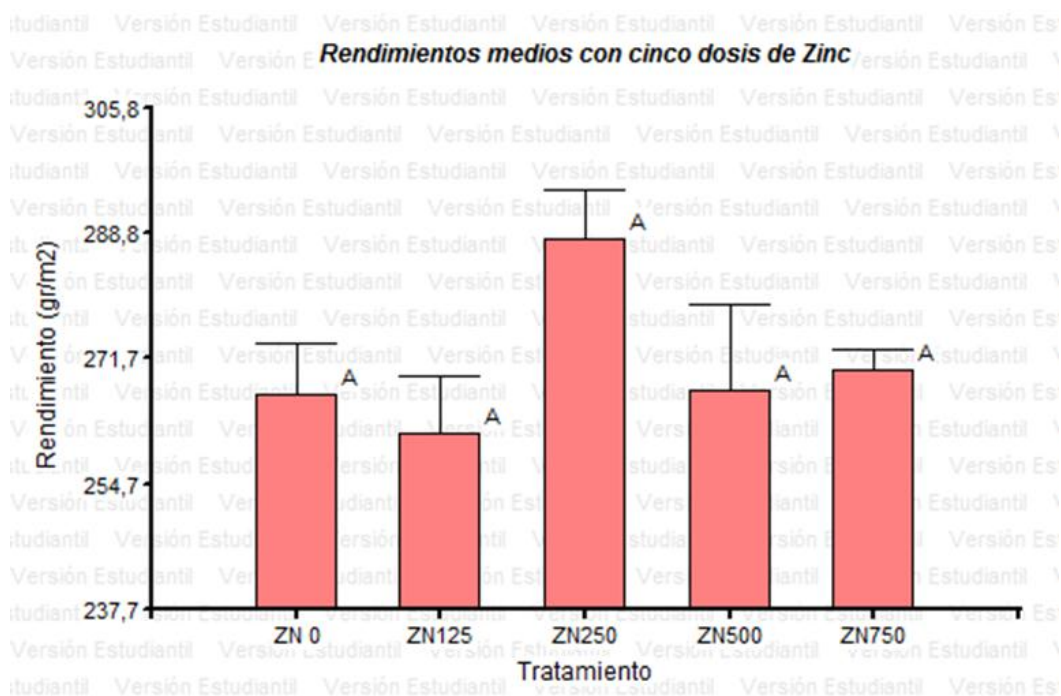


Figura 1. Rendimientos promedio de cada tratamiento, con su respectivo error.

Para Buffa y Ratto, (2005), el límite entre deficiencia y suficiencia se ubica entre 0,5 y 1 mg kg⁻¹ de Zn extractable con DTPA. Raj (1996), en Brasil indica que con valores menores a 0,5 mg kg⁻¹ de Zn hay alta probabilidad de respuesta a la fertilización, siendo escasa a nula con niveles por encima de 1 mg kg⁻¹ (extractante DTPA). Los niveles de Zn en el suelo en 0-20 cm son de 0.55 mg kg⁻¹, por lo que sería

factible esperar una respuesta a la fertilización. Espósito (2009) obtuvo diferencias significativas al agregado de Zinc en la zona de Río Cuarto (Córdoba) sólo bajo buenas condiciones hídricas (campaña 08/09) y con 0,67 mg.kg⁻¹ de Zinc DTPA. Como contrapartida, no se presentó esta respuesta en la campaña 2009/10, con una menor disponibilidad hídrica. Fontanetto y Quaino (2005), obtuvieron incrementos significativos de rendimiento con agregado de Zinc en Clusellas (Santa Fe) sobre un Argiudol típico, sin datos de Zn DTPA. Salvagiotti F.; Castellarín J. y Ferraguti F. (2012) observaron un comportamiento similar en un ensayo en el INTA Oliveros (Santa Fe), con el mismo tipo de suelo y con 0,9 ppm Zn (no especifica método de extracción).

La deficiencia de Zinc puede ser inducida o agravada por la fertilización con Fósforo, a través de la inhibición en la absorción del Zinc por enriquecimiento del fósforo soluble o mediante la reducción en el transporte a larga distancia dentro de la planta, lo cual generaría antagonismo nutricional entre el Fósforo y el Zinc (Malavolta, 2006).

Según el análisis de suelo (**tabla 2**) no sería esperable dicho efecto ya que los niveles de P son "medios a bajos" (Bachmeier, 1994). Santa-María et. al.(1998) no observaron antagonismo bajo suministros de Zn no limitantes al crecimiento.

Se puede inferir que con la fertilización a la siembra, junto a los niveles de P en suelo, se cubrieron los requerimientos de fósforo del cultivo. Cabe aclarar que el cultivo dispuso solamente del agua almacenada en la siembra (la cual no fue medida), ayudado por precipitaciones que ocurrieron en el mes de septiembre, previo a la floración. Por su parte, la temperatura mostró un comportamiento anormal a fines del mes de Septiembre, alcanzando los 33°C de máxima durante cinco días, esto provocó un acortamiento del ciclo lo que posiblemente haya repercutido en el rendimiento, que a nivel lote fue de 23 qq/ha, similar a productores zonales, deducidas las correspondientes pérdidas de cosecha.

La concentración del Zinc en planta alcanzó un promedio de 19,3 ppm en emergencia, que resultan adecuados a bajos en comparación a los niveles de suficiencia de 18-70 ppm propuestos por Correndo y García (2012). En cuanto al Fósforo, los niveles en planta obtenidos fueron 0.18 % y 0.17 % en macollaje y encañazón respectivamente, por debajo del nivel crítico de 0.2% propuesto por Bennett (1993). Ambos contenidos (Zinc y fósforo) en planta responden a los relativamente bajos niveles de Zinc y fósforo en suelo. Por esto, no existiría interacción entre ambos elementos.

No hubo correlación significativa entre Zn DTPA con ph y materia orgánica.

Surge la necesidad de seguir experimentando sobre el tema en cuestión para evaluar en diferentes ambientes la respuesta a la fertilización con Zinc, en función a los umbrales críticos y la cantidad de fósforo disponible en el suelo.

Conclusiones

No hubo respuesta a la fertilización foliar con Zinc en el cultivo de trigo.

La falta de respuesta puede deberse a que los niveles de Zinc aumentan en profundidad y la planta accede a través de su crecimiento radicular.

Las condiciones climáticas no fueron favorables pero el rendimiento fue normal al de la zona.

Los contenidos de Zinc y Fósforo en cultivo fueron bajos, en concordancia con los niveles en el suelo.

Agradecimientos

Al productor agropecuario que puso a disposición su campo para realizar el experimento, al Ing. Agr. Buffa Eduardo V., al Ing. Agr. Mario Steinberg del laboratorio LECAF, al Ing. Agr. Rampoldi Ariel y Tec. Pirtz Karen del Laboratorio de Suelo y Agua del INTA Manfredi.

Bibliografía

- Bachmeier, O. A. y A. A. Rollán, 1994. Fósforo extractable en un suelo Haplustol éntico del área semiárida central de Córdoba, Argentina. Comparación de dos métodos de evaluación. AGRISCIENTIA, VOL.XI:23-28 F
- Buffa E. V., Ratto S., 2005. Disponibilidad de cinc, cobre, hierro y manganeso extraíble con DTPA en suelos de Córdoba (Argentina) y variables edáficas que la condicionan. Córdoba
- Correndo A. A. y García F. O., 2012. Concentración de nutrientes en planta como herramienta de diagnóstico: Cultivos extensivos. International Plant Nutrition Institute.

- Delavalle, NB. (Ed.).1992. Determination of specific conductance in supernatant 1:2 soil:water solution. *In: Handbook of Reference Methods for Soil Analysis*. Soil and Plant Analysis Council, Inc. Athens, G.A. Pgs. 44-50.
- Di Rienzo, J. A.; Casanoves, F.; Balzarini, M. G.; Gonzalez, L.; Tablada, M.; Robledo, C. W. 2010. InfoStat versión 2010. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.
- Espósito G., G. Balboa, C. Castillo, R. Balboa. Rio Cuarto 2010. Respuesta del trigo a la fertilización con zinc en Rio Cuarto.
- Espósito, G ; Balboa, G. ; Cerliani, C.; Balboa, R. 2014. Eficiencia agronomica del fosforo en maiz afectada por la fertilizacion con zinc. Bahia Blanca, Argentina.
- Fontanetto Hugo, Quaino Oscar. 2005. Efecto del Zinc en trigo en el area central de Santa Fe. Rafaela, Santa Fe.
- G. E. Santa-María, Vilma t. Manfreda & d. h. Cogliatti 1998. El nivel de suministro de fósforo afecta la absorción de zinc en plantas de trigo. La Plata, Buenos Aires.
- Gregory J. y C.H. Frink, 1995. Phosphorus and zinc fertilization of corn grown in Connecticut soil. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 26:269-276.
- Gustavo N. Ferraris (2013). Evaluación de zinc y fosfitos en trigo, y su interacción con la aplicación de fungicidas. Pergamino, Argentina.
- Lindsay, WL & WA Norvell. 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. *Soil Sci. Soc. Amer. J.* 42:421-428.
- Mengel, K. Y E. A. Kirkby. 2000. Principios de nutrición vegetal. Instituto Internacional de la Potasa. Basilea, Suiza.
- RJ Melgar , J Lavandera , M Torres Duggan , L Ventimiglia (2001). Respuesta a la fertilizacion con boro y zinc en sistemas intensivos de produccion de maiz. Pergamino, Argentina.
- Salvagiotti F.; Castellarín J. y Ferraguti F.2012. Respuesta a la fertilización con zinc y boro en el cultivo de trigo en el sur de Santa Fe. Oliveros, Santa Fe.
- Walkley, A., I.A. Black. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining organic carbon in soils: Effect of variations in digestion conditions and of inorganic soil constituents. *Soil Science* 63: 521-263.
- Zamora Eduardo. 2004. Carta de suelos de la República Argentina. Hoja 3363-7 Berrotarán