

TECNOLOGÍAS PARA LA APLICACIÓN DE MICROELEMENTOS EN MAÍZ. DOSIS Y SISTEMAS DE APLICACIÓN DE ZINC EN COMBINACIÓN CON FUENTES NITROGENO-AZUFRADAS

RESULTADOS CAMPAÑAS 2008/09 Y 2009/10

Ings. Agrs. Gustavo N. Ferraris¹, Lucrecia A. Couretot¹ y Juan Urritia²

1. Área de Desarrollo Rural INTA EEA Pergamino. Av. Frondizi km 4,5 B2700WAA Pergamino. 2 Bunge Argentina SA
nferraris@pergamino.inta.gov.ar

Introducción:

El uso de micronutrientes ha despertado un creciente interés en productores y asesores, debido a la aparición de casos en los que ha permitido corregir deficiencias nutricionales de las plantas, promover un buen desarrollo de los cultivos, y mejorar el rendimiento y la calidad del producto cosechado (Trinidad y Aguilar, 1999). En la Región Pampeana Argentina son reiterados los casos en los que se han documentado respuestas positivas a su aplicación, siendo los más frecuentes el de zinc (Zn) y boro (B) en maíz, B en soja y, últimamente, otros elementos como cobalto (Co), molibdeno (Mo) y manganeso (Mn) en soja. Estos nutrientes pueden ser agregados de diversas maneras, i.e. sobre semilla, al suelo y, más frecuentemente, por vía foliar.

Una estrategia de fertilización apropiada requiere de un diagnóstico preciso, una aplicación adecuada y un cultivo con elevada potencialidad de respuesta. En la actualidad, se han dado diversas condiciones que permiten realizar un diagnóstico más certero acerca de las expectativas de respuesta a la fertilización con microelementos. Estas incluyen la mayor difusión de análisis de suelo y tejido (Martens y Westermann, 1991), la observación de síntomas visuales a campo, y un conocimiento más amplio acerca de eventuales deficiencias regionales (Ferraris et al., 2007), notables avances acerca del rol de los nutrientes en la respuesta de las plantas a condiciones de estrés (Yuncaí et al., 2008) y herramientas de medición que permiten detectar pequeñas diferencias de rendimiento a nivel de campo (Reetz, 1996; Mallarino et al., 1998).

Algunas condiciones de cultivo favorecen la aparición de respuesta, como la remoción de microelementos a través de secuencias agrícolas que ya suman muchos años, fertilizantes tradicionales con mayor pureza, carencias inducidas por alta fertilización con NPS y menor contenido de elementos menores, a la vez de una demanda incrementada por mayores rendimientos (Girma et al, 2007).

Los objetivos de estos dos años de experimento fueron 1. Evaluar la respuesta del Maíz a la fertilización con Zinc y 2. Comparar dosis y formas de aplicación, en combinación con fuentes nitrógeno-azufradas. Hipotetizamos que dosis pequeñas de Zinc combinado con otros nutrientes en diferentes dosis y formas de aplicación, mejoran diversos parámetros de cultivo y con ello su rendimiento.

Materiales y métodos:

Se condujeron dos ensayos de campo en la localidad de Pergamino, sobre suelos serie Pergamino 1, fase ligeramente erosionada, Clase de uso 1 de muy buena productividad. Se utilizó un diseño en bloques completos al azar con cuatro repeticiones y diez (2008/09) o siete (2009/10) tratamientos, cuya descripción se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1: *Tratamientos de fertilización con Zinc (Zn) en Maíz. Pergamino, campaña 2008/09.*

Trat	Tratamientos ciclo 2008/09	Tratamientos ciclo 2008/09	Forma de aplicación	Momento de aplicación
T1	Testigo	Testigo		
T2	N 5 kg	N 5 kg	foliar	V6 (*)
T3	Zn 0,3 kg	Zn 0,4 kg	foliar	V6 (*)
T4	N 5 kg + Zn 0,3 kg	N 5 kg + Zn 0,4 kg	foliar	V6 (*)
T5		Zn 0,4 kg al suelo + SolMix	chorreado	V2
T6	Zn 1 kg al suelo + SolMix		chorreado	V6
T7	Zn 1,5 kg al suelo + SolMix	Zn 1,5 kg al suelo + SolMix	chorreado	V2
T8	Zn 2 kg al suelo + SolMix		chorreado	V2
T9	Zn 3 kg al suelo + SolMix	Zn 3 kg al suelo + SolMix	chorreado	V2
T10	Zn 1 kg al suelo + SolMix		chorreado	V2
T11	Zn 1,5 kg al suelo + SolMix		chorreado	siembra

(*) Tratamientos fertilizados con Sol Mix foliar chorreado en V2.

En 2008, el ensayo se sembró el día 10 de Octubre en SD, con antecesor trigo/soja, utilizando el híbrido Syngenta NK 910. En 2009, se sembró el día 24 de Setiembre en SD, con antecesor trigo/soja, siendo el cultivar ACA HC 467MG. El sitio experimental fue fertilizado con Sol Mix, aplicado para proveer nitrógeno (N) y azufre (S) al cultivo luego de combinar una solución de urea-nitrato de amino (UAN: 32-0-0) y tiosulfato de amonio (TSA 12-0-0-26S), para proveer 82 kgN ha⁻¹ y 15 kgS ha⁻¹. El N foliar se aplicó bajo la forma de Urea foliar de bajo biuret (FoliarSolU 20-0-0, densidad 1,1). El Zn en todos los casos fue una formulación de sulfato de zinc (Zn 20%).

Por su parte, los análisis de suelo del sitio experimental se presentan en la Tabla 2. Se destaca un nivel de Materia orgánica y N relativamente bajo, normal de P y muy bajo de S. Las bases de cambio presentan un valor adecuado. El sitio podría caracterizarse como de fertilidad media a baja.

Tabla 2: Análisis de suelo al momento de la siembra

Bloque	Prof. (cm)	MO (%)	pH	Ntotal	N-NO3 ppm	N-NO3 kg/ha	P-Bray	S-SO4	K ppm	Zn	B
Año 2008	0-20	2,53	5,8	0,126	10,0	26,0	18,8	1,7	406	1,00	1,48
Promedio	20-40				8,3	21,7					
4 repeticiones	40-60				4,2	10,8					
Año 2009	0-20	2,98	5,6	0,149	11,0	27,5	18,3	3,0	445	0,97	1,44
Promedio	20-40				5,0	12,5		2,0			
4 repeticiones	40-60				2,5	6,3					

Las aplicaciones de N 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 140 l ha⁻¹. 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 realizar la aplicación.

Momento de aplicación	Fecha de aplicación	Estado del cultivo	Altura (cm)	Cobertura (%)
V6-2008	2-dic	V6-7	65	60
V6-2009	18-nov	V7	60	60

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 ⁻¹)	Nubosidad	Ppciones 24 hs dda
V6-2008	H	H	16,8	67	12,7 SSSE	4	0
V6-2009	H	H	18,4	58	9,2 EENE	2	0

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

Se determinó el vigor de planta de manera cualitativa en Vt (floración masculina) (escala de Ritchie & Hanway, 1983). En floración plena (R2) se realizaron mediciones de altura de plantas e inserción de la espiga, número de hojas verdes fotosintéticamente activas y senescidas, y se determinó la intensidad de verdor en hoja por medio del medidor de clorofila Minolta Spad 502 y cobertura del cultivo mediante toma de imágenes digitales y procesamiento por software específico.

La cosecha se realizó en forma manual, con trilla estacionaria de las muestras. Sobre una alícuota de cosecha se analizaron los componentes del rendimiento, número (NG) y peso (PG) de los granos. Para el estudio de los resultados se realizaron análisis de la varianza, comparaciones de medias y análisis de correlación.

Condiciones ambientales de la campaña

En las Figuras 1 y 2 se presentan las precipitaciones del sitio durante los ciclos 2008 y 2009, respectivamente. En 2008/09 las precipitaciones fueron escasas durante todo el período de cultivo. El déficit total acumulado, calculado como la diferencia entre la evapotranspiración real y potencial, alcanzó a 323 mm (Figura 1). En cambio en 2009 las precipitaciones fueron abundantes (970 mm), sin que se registrara déficit hídrico en ninguna etapa (Figura 2). Las condiciones de luminosidad no fueron restrictivas en ninguna de las dos campañas.

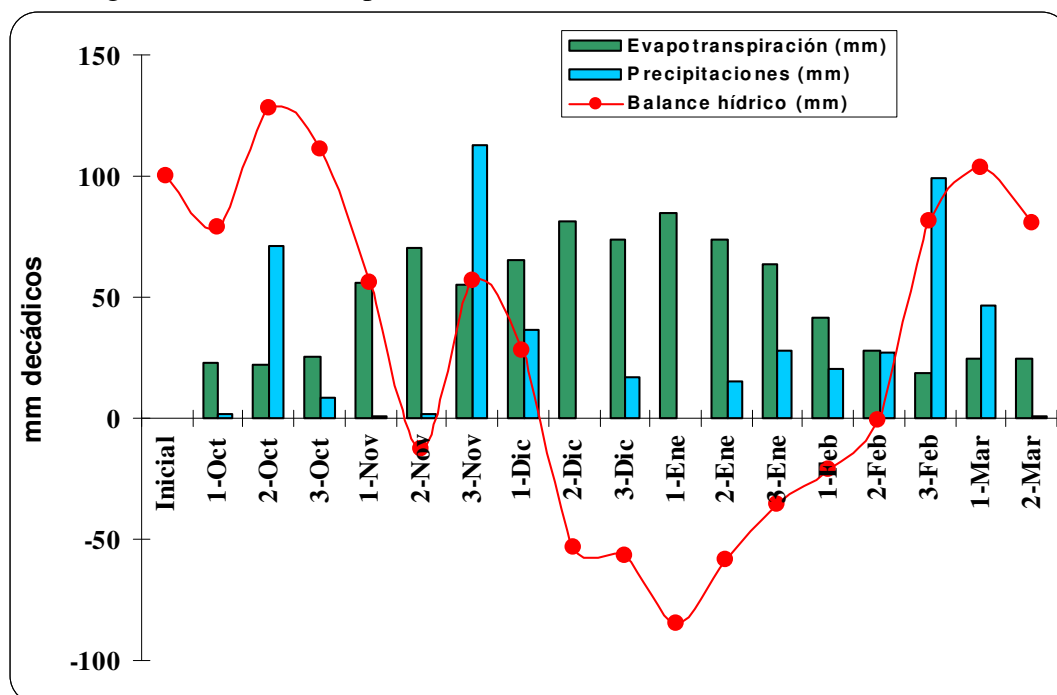


Figura 1: Precipitaciones decadales acumuladas (mm) en el sitio experimental en Pergamino durante la campaña 2008/09. Déficit (evapotranspiración potencial – evapotranspiración real) 323 mm.

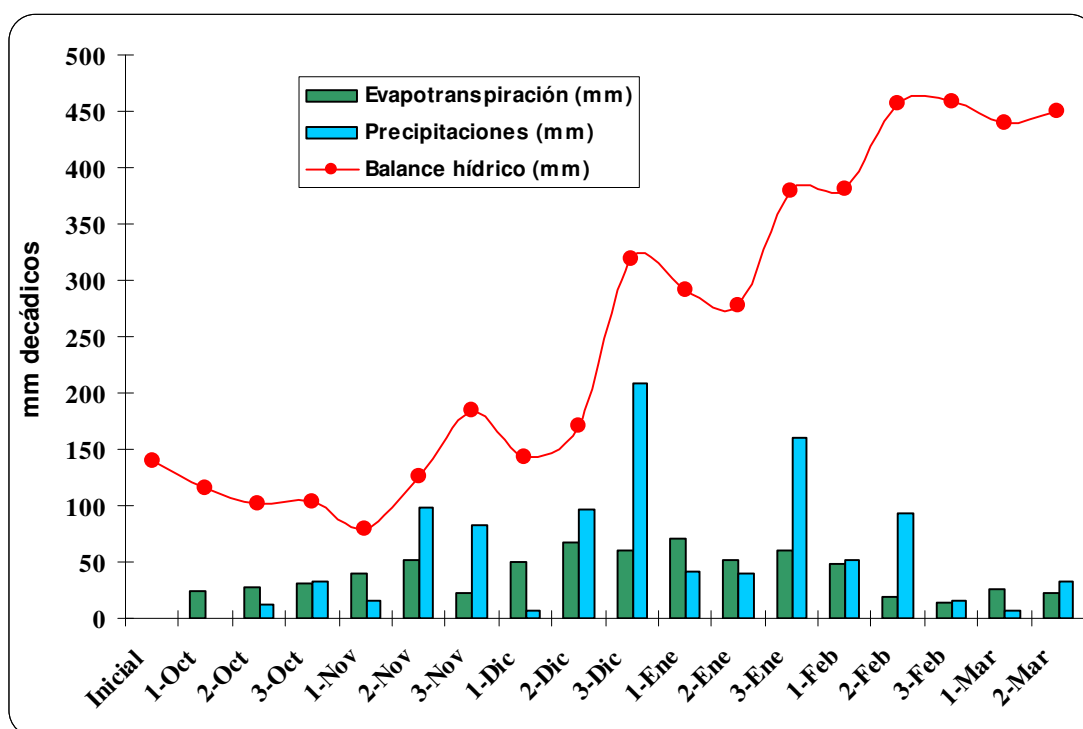


Figura 2: Precipitaciones, evapotranspiración y balance hídrico decádico (mm) en Pergamino (Bs As), durante la campaña 2009/10. Precipitaciones totales 970 mm.

Resultados y discusión Campaña 2008/09

En la Tabla 5 se presentan algunos parámetros determinados en el ensayo. En general, los tratamientos fertilizados con Zn, especialmente por vía foliar, suprimieron más rápidamente la sintomatología de carencias de este nutriente con relación al testigo. No se observaron diferencias claras entre dosis y momentos de aplicación del nutriente en forma chorreada al suelo.

Tabla 5: Parámetros de cultivo determinados en el ensayo durante su ciclo. En negrita se señalan los mejores tratamientos para cada variable evaluada. Tratamientos de fertilización con Zinc (Zn) en Maíz. Pergamino, campaña 2008/09.

Trat.	Denominación	Índice de Vigor V4	Índice de Vigor Vt	Hojas verdes activas R2	Hojas verdes totales R2
T1	Testigo	3,5	3,8	12	21
T2	N 5 kg (V6)	4,0	4,2	11	21
T3	Zn 0,3 kg (V6)	4,0	4,0	10	20
T4	N 5 kg + Zn 0,3 kg (V6)	3,5	4,0	10	20
T5	Zn 1 kg al suelo + SolMix (V6)	4,0	4,5	14	20
T6	Zn 1,5 kg al suelo + SolMix (V2)	4,1	4,5	14	20
T7	Zn 2 kg al suelo + SolMix (V2)	4,2	4,0	10	19
T8	Zn 3 kg al suelo + SolMix (V2)	4,1	4,2	12	20
T9	Zn 1 kg al suelo + SolMix (V2)	4,2	3,8	12	21
T10	Zn 1,5 kg al suelo + SolMix (S)	3,8	4,2	12	21
Trat.	Denominación	Altura final planta (m)	Altura inserción espiga (cm)	Unidades Spad R2	
T1	Testigo	250	130	45,2	
T2	N 5 kg (V6)	255	135	46,3	
T3	Zn 0,3 kg (V6)	255	130	51,4	
T4	N 5 kg + Zn 0,3 kg (V6)	253	125	46,1	
T5	Zn 1 kg al suelo + SolMix (V6)	260	130	46,7	
T6	Zn 1,5 kg al suelo + SolMix (V2)	250	130	47,3	

T7	Zn 2 kg al suelo + SolMix (V2)	250	125	44,1
T8	Zn 3 kg al suelo + SolMix (V2)	260	125	48,1
T9	Zn 1 kg al suelo + SolMix (V2)	255	125	49,3
T10	Zn 1,5 kg al suelo + SolMix (S)	250	115	43,7

Los rendimientos del ensayo fueron aceptables, a pesar de la magnitud de la sequía que lo afectara. Se determinaron diferencias estadísticamente significativas en los rendimientos, NG ($P < 0,05$) y PG ($P < 0,10$) (Tabla 6). Los tratamientos de aplicación de Zn chorreado al suelo junto a SolMix expresaron el mejor comportamiento, sin diferencias entre dosis y momentos de fertilización. Teniendo en cuenta estos resultados, no sería necesario realizar aplicaciones demasiado tempranas ni agregar dosis altas, facilitando su utilización práctica. Ya desde el estado de floración, el vigor de la planta, crecimiento y número de hojas verdes de algunos tratamientos i.e. T5 y T6, permitía inferir buenos rendimientos (Tabla 5 y Figura 3). Las diferencias entre el testigo y los tratamientos evaluados alcanzaron un rango amplio, desde -533 a 1547 kg ha^{-1} , lo que representa una brecha de variación mayor al 25 % (Tabla 6).

Tabla 6: Rendimiento de grano (kg ha^{-1}), diferencia por sobre el Testigo (kg ha^{-1} y relativa), número de granos (NG m^{-2}) y peso de mil granos ($\text{PG} \times 1000$). Tratamientos de fertilización con Zinc (Zn) en Maíz. Pergamino, campaña 2008/09.

Trat	Tratamiento	Rendimientos (kg ha^{-1})	Diferencia con testigo		NG m^{-2}	PG x 1000 (g)
			(kg ha^{-1})	Rend Rtvo		
T1	Testigo	7620			2847	267
T2	N 5 kg (V6)	8030	410	5,4	2992	268
T3	Zn 0,3 kg (V6)	7213	-407	-5,3	2764	261
T4	N 5 kg + Zn 0,3 kg (V6)	7087	-533	-7,0	2625	271
T5	Zn 1 kg al suelo + SolMix (V6)	9167	1547	20,3	3297	278
T6	Zn 1,5 kg al suelo + SolMix (V2)	8527	907	11,9	2994	285
T7	Zn 2 kg al suelo + SolMix (V2)	8140	520	6,8	3040	268
T8	Zn 3 kg al suelo + SolMix (V2)	8120	500	6,6	2989	272
T9	Zn 1 kg al suelo + SolMix (V2)	8273	653	8,6	3017	274
T10	Zn 1,5 kg al suelo + SolMix (S)	8227	607	8,0	2907	283
	Sign est. (P)	0,01			0,00	0,07
	CV (%)	7,5			6,9	3,2

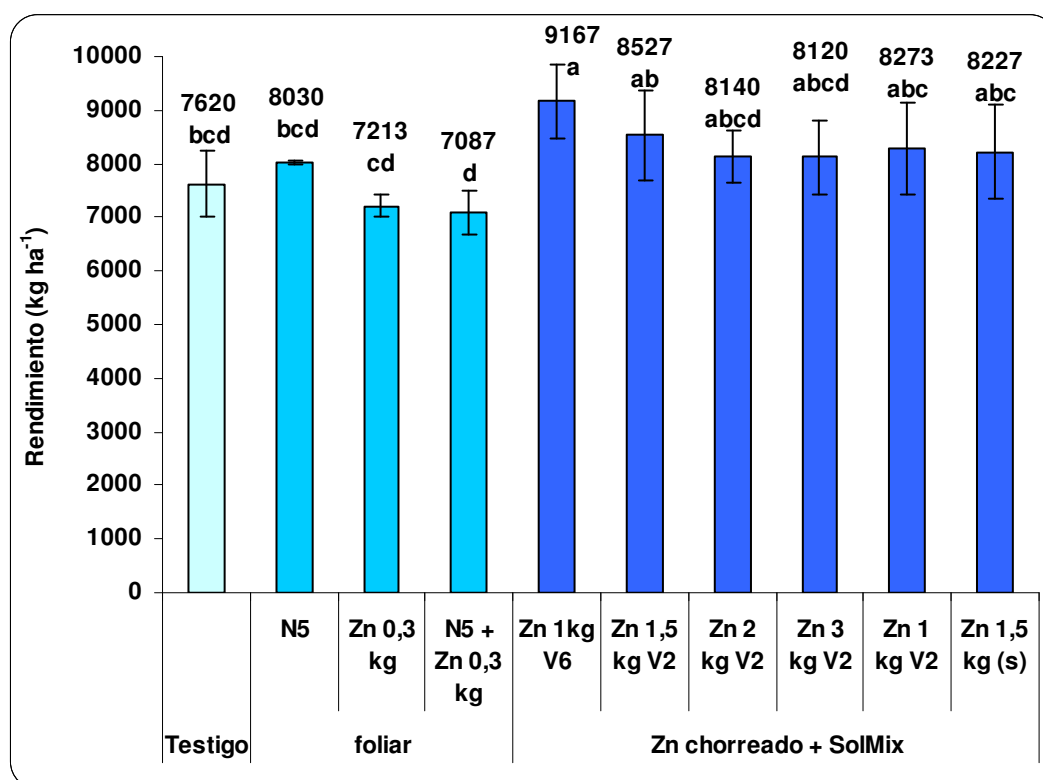


Figura 3: Producción de grano de maíz (kg ha^{-1}) en tratamientos de fertilización con zinc aplicado al suelo o foliar en combinación con fuentes nitrógeno-azufradas. Letras distintas en las columnas indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos. Las barras verticales representan la desviación Standard de la media. Pergamino, Campaña 2008/09.

Campaña 2009/10

En la Tabla 7 se presentan algunos parámetros morfológicos así como la cobertura, vigor e intensidad de verde determinada en el cultivo. Las variaciones fueron muy pequeñas entre tratamientos, con ligeras ventajas a favor de los fertilizados con Zn en valores Spad, altura de planta y vigor. De manera sutil, la sintomatología de carencia de Zn se manifestó en el ensayo.

Tabla 7: Parámetros de cultivo determinados en el ensayo durante su ciclo. En negrita se señalan los mejores tratamientos para cada variable evaluada. Tratamientos de fertilización con Zinc (Zn) en Maíz. Pergamino, campaña 2009/10.

Trat.	Denominación	Altura final planta (m)	Altura inserción espiga (cm)	Hojas verdes activas R2	Hojas totales R2
T1	Testigo	260	125	14,0	18,0
T2	N 5 kg	268	135	14,8	18,8
T3	Zn 0,4 kg	265	135	14,5	19,0
T4	N 5 kg + Zn 0,4 kg	265	130	14,5	18,5
T5	Zn 0,4 kg al suelo + SolMix	260	135	14,5	18,0
T7	Zn 1,5 kg al suelo + SolMix	264	140	14,8	18,5
T9	Zn 3 kg al suelo + SolMix	268	135	14,5	18,5
Trat.	Denominación	Índice de Vigor Vt	Unidades Spad R2	Cobertura	
T1	Testigo	3,6	52,3	78,8	
T2	N 5 kg	3,7	53,4	81,8	
T3	Zn 0,4 kg	3,7	55,3	77,6	
T4	N 5 kg + Zn 0,4 kg	3,8	55,7	74,2	
T5	Zn 0,4 kg al suelo + SolMix	3,6	56,2	79,1	
T7	Zn 1,5 kg al suelo + SolMix	3,7	53,8	75,9	
T9	Zn 3 kg al suelo + SolMix	3,8	56,2	82,4	

Los rendimientos del ensayo fueron muy elevados (Tabla 8). Se determinaron diferencias estadísticamente significativas en los rendimientos ($P=0,02$; $cv=4,3\%$) (Tabla 8). Cuantitativamente, los incrementos oscilaron entre 658,3 y 1412 kg ha⁻¹, siendo la respuesta máxima de 12.4%. Los máximos se alcanzaron con la aplicación de N foliar (T2, T4) o Zn chorreado en alta dosis (T9) (Figura 4). Es probable que en un ambiente de muy alto potencial, un adicional de N foliar impacte en los rendimientos aún con adecuada oferta inicial. Ningún tratamiento mostró respuesta negativa (Tabla 8).

Tabla 8: Rendimiento de grano (kg ha⁻¹) y diferencia por sobre el Testigo (kg ha⁻¹ y relativa). Tratamientos de fertilización con Zinc (Zn) en Maíz. Pergamino, campaña 2008/09.

Trat	Tratamiento	Rendimientos (kg ha ⁻¹)	Diferencia con testigo	
			(kg ha ⁻¹)	Rend Rtvo
T1	Testigo	14325		
T2	N 5 kg	15467	1141,7	8,0
T3	Zn 0,4 kg	14983	658,3	4,6
T4	N 5 kg + Zn 0,4 kg	16094	1769,2	12,4
T5	Zn 0,4 kg al suelo + SolMix	15029	704,2	4,9
T7	Zn 1,5 kg al suelo + SolMix	14772	447,3	3,1
T9	Zn 3 kg al suelo + SolMix	15738	1412,5	9,9
	Sign est. (P)	0,02		
	CV (%)	4,3		

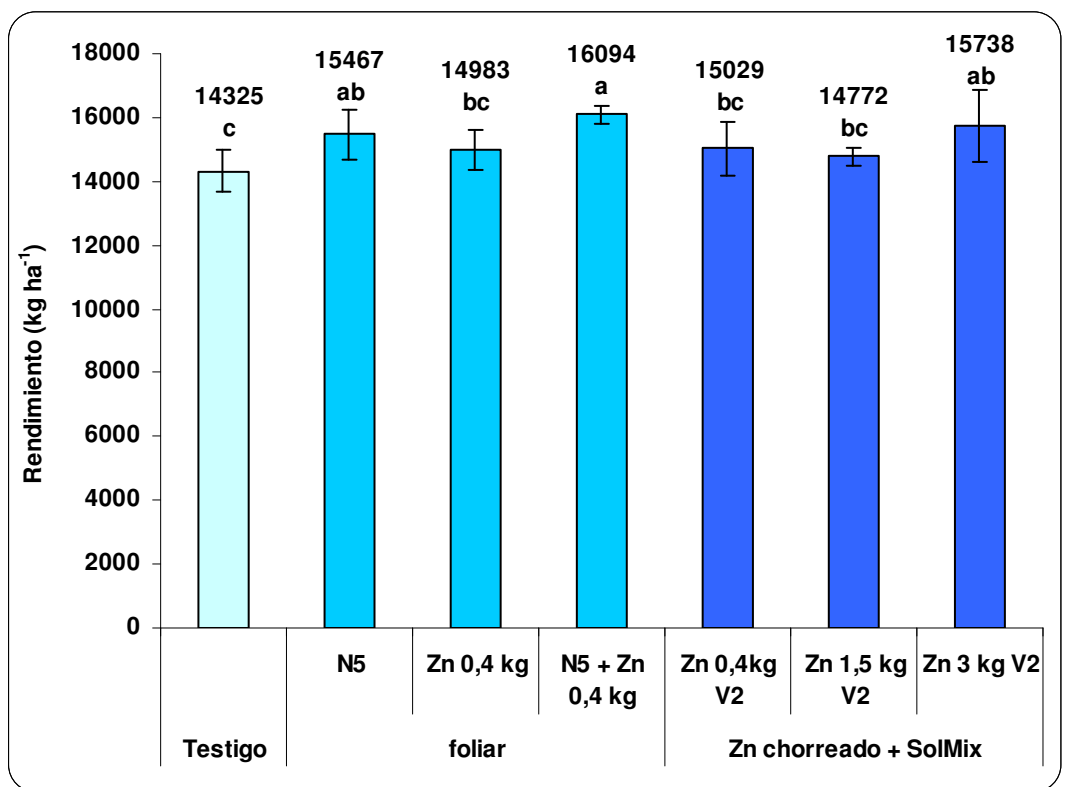


Figura 4: Producción de grano de maíz (kg ha⁻¹) en tratamientos de fertilización con zinc aplicado al suelo o foliar en combinación con fuentes nitrógeno-azufradas. Letras distintas en las columnas indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos. Las barras verticales representan la desviación Standard de la media. Pergamino, Campaña 2009/10.

La comparación entre tratamientos foliares y al suelo fue diferente según campaña. En 2008/09, comparados a través de contrastes, las aplicaciones al suelo promedio de seis estrategias superaron significativamente a los tratamientos foliares (dos estrategias). Este comportamiento difiere

del observado por otros investigadores, quienes mencionan una alta fijación de Zn cuando es aplicado al suelo, en contraposición con una buena eficiencia de absorción de las aplicaciones foliares (Malavolta, 1986; Alam et al., 1999). En esta experiencia, es probable que la absorción de Zn por vía foliar se haya visto comprometida por las severas condiciones ambientales al momento de la aplicación. En 2009/10 ambas formas de aplicación fueron igualmente eficientes con la ventaja de la economía de dosis en la aplicación foliar (Figura 5).

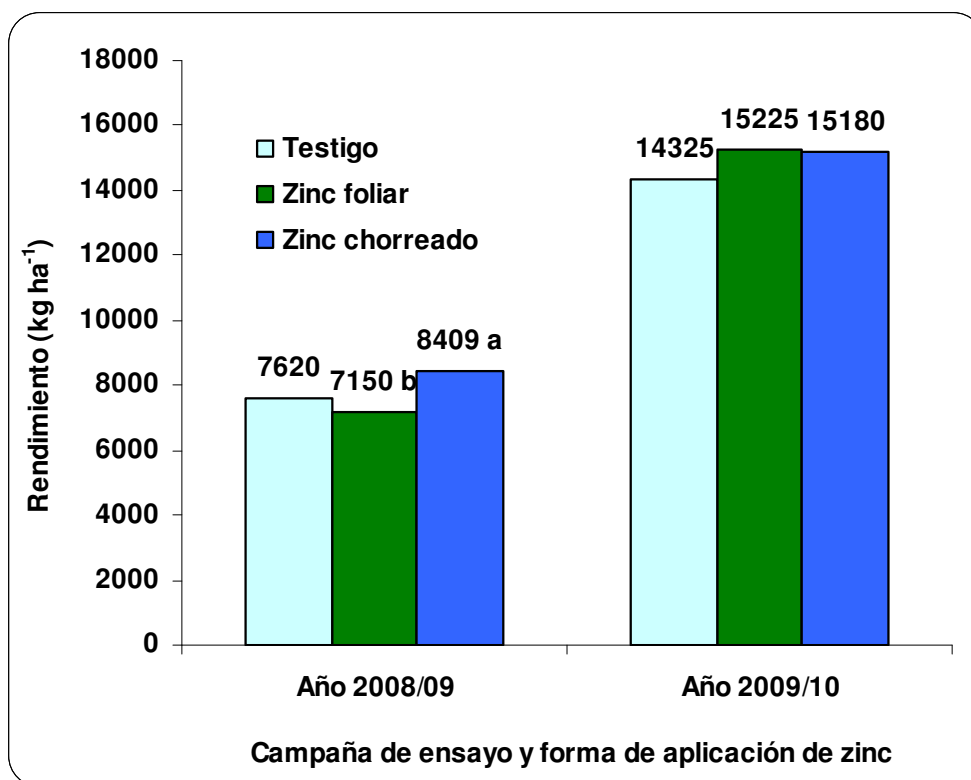


Figura 5: Contrastes entre tratamientos de aplicación de zinc foliar y chorreado en Maíz, y su comparación con el testigo no fertilizado. Para un mismo año, letras distintas indican diferencias significativas en favor de uno de los tratamientos, estando el testigo fuera del análisis.

El rango ascendente de dosis permite intentar establecer una relación entre rendimiento y dosis de Zn aplicada (Figura 6). Como los rendimientos de ambas campañas fueron muy diferentes, se transformaron en rendimiento relativo ($RR = (\text{Rendimiento Zn } \text{nkgha}^{-1} / \text{Rendimiento testigo}) \times 100$) para ajustarlos en una sola ecuación. De acuerdo con la función ajustada, el rendimiento máximo se alcanzaría con una dosis de $1,8 \text{ kg Zn ha}^{-1}$. El incremento máximo posible sería de un 10 %, el cual marcaría la respuesta potencial alcanzable. La circunstancia de que ambos experimentos pudieran ajustarse con una única función permite sugerir que la respuesta a Zn podría ser poco dependiente del nivel de rendimiento del cultivo, tal como sucede con otros nutrientes de baja movilidad en el suelo (i.e. P).

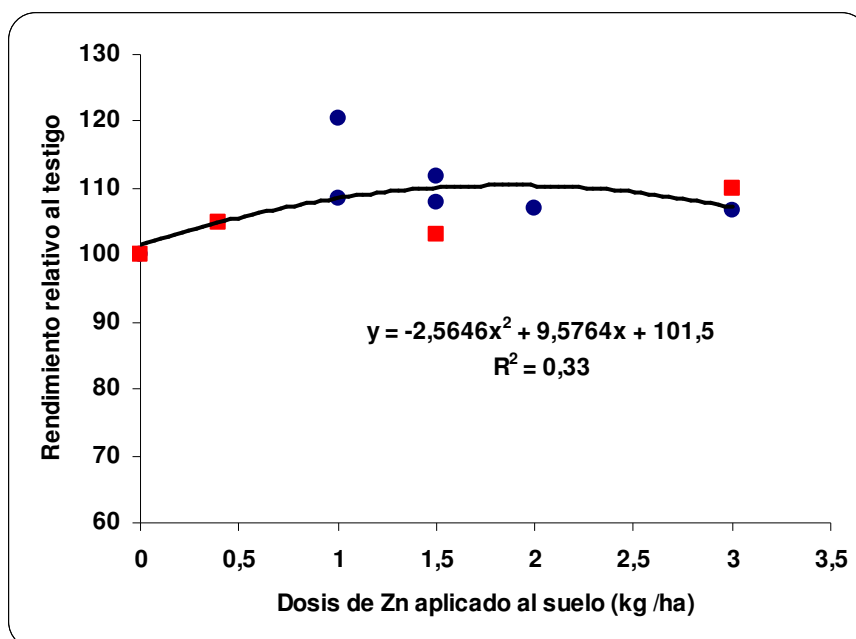


Figura 6: Relación entre los Rendimientos Relativos de maíz ($RR = (\text{Rendimiento Zn} \text{ n } \text{kg ha}^{-1} / \text{Rendimiento testigo}) \times 100$) y la dosis de Zn aplicada al suelo, junto a soluciones fertilizantes que contienen NS.

Conclusiones

* Las estrategias en cuanto a dosis y formas de aplicación de Zn en maíz originaron diferencias significativas en los rendimientos y sus componentes. Algunas de estas estrategias mostraron aptitud para superar los rendimientos del testigo, permitiendo aceptar la hipótesis propuesta.

* La aplicación al suelo produjo mejores resultados que la aspersión foliar de Zn en el primer año de ensayos siendo similares en el segundo.

* El rango de variación en los rendimientos fue amplio, desde -533 hasta 1547 kg ha⁻¹ en la primera campaña y entre 658,3 y 1412 kg ha⁻¹ en la segunda. Si bien no se observaron diferencias importantes entre dosis o momentos de fertilización, se pudo trazar una función entre rendimientos relativos y dosis de Zn con una respuesta máxima de 10 % en la dosis de 1,8 kg ha⁻¹.

. * Los resultados obtenidos confirman que el Zn es un nutriente de importancia para cultivos de maíz en el norte de Buenos Aires, en ambientes de buena productividad, con aplicaciones de P localizado y sin carencias de NS, restando aún ajustar aspectos tecnológicos como la dosis, momento y forma de aplicación.

Bibliografía:

*Alam, S. S. Naqvi, . and R. Ansari, R. 1999. Impact of soil pH on nutrient uptake by crop plant. pp 51-59. In: Pessaraki, M (eds). Handbook of Plant and Crop Stress, Second Edition. 1254 pp.

Ferraris, G. y L. Couretot. 2007. Respuesta del maíz a la fertilización complementaria por vía foliar. Campaña 2006/07 (c). En: Experiencias en Fertilización y Protección del cultivo de Maíz. Año 2007. Proyecto Regional Agrícola, CERBAN, EEA Pergamino y General Villegas: 116-122.

*Girma, K.; L. Martin; K. Freeman; J. Mosali; R. Teal; William. R. Raun; S. Moges; D Arnall. 2007 Determination of Optimum Rate and Growth Stage for Foliar-Applied Phosphorus in Corn. Communications in Soil Science and Plant Analysis, Volume 38, Issue 9 & 10. pages 1137 – 1154.

*Malavolta, E. 1986. Foliar fertilization in Brazil.- Present and perspectivas. pp. 170-192. In: A. Alexander (ed.). Foliar fertilization. Proceedings of the First International Symposium of Foliar Fertilization by Schering Agrochemical Division. Berlin. 1985.

- *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.C. y W.L. Lindsay. 1990. Testing soils for Copper, Iron, Manganese, and Zinc. En: R.L. Westerman (ed.) Soil testing and plant analysis. SSSA, Madison, pp. 229-264.
- *Martens, D. and D. Westermann. 1991. Fertilizer Applications for Correcting. Micronutrient Deficiencies. Micronutrients in agriculture. Disponible on line.eprints.nwisrl.ars.usda.gov.
- *Pais, I, J. Benton Jones. 2000. The handbook of trace elements. St. Lucie Press, Boca Raton, 223 p.
- *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.
- trials were even smaller and less frequent than in small- management. p. 1173–1176. In P.C. Robert et al. (ed.) Proc. Int. plot trials. With the exception of one field in which Conf. Precision Agric., 3rd, Minneapolis, MN. 23–26 June 1996.
- *Trinidad y Aguilar.1999. Fertilizacion foliar, respaldo importante en el rendimiento de cultivos. Terra Volúmen 17 número 3, 247:255
- *Yunca 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
- *Whitney, D.A. 1997. Fertilization. En: Soybean production handbook. Kansas State University Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service, C-449.

Anexo: *Fotografías mostrando síntomas de deficiencia de Zinc en el ensayo. Pergamino, noviembre de 2008*

