



EL ZINC EN EL MAÍZ

Por Ing. Ricardo Melgar

Todos los agrónomos reconocen al Zn como uno de los micronutrientes más importantes para la producción agrícola. Además de su esencialidad en todos los seres vivos, particularmente en la salud humana, los cultivos no se desarrollan sin este elemento.

La investigación agrícola local lo menciona desde los trabajos del Dr. Mikko Sillampää, de la FAO, que en 1982, en un muy citado boletín, publica los niveles de Zn y otros micronutrientes para la región triguera de Argentina (Micronutrient and the nutrient status of soils. FAO Soils Bulletin N° 48). Varios trabajos conducidos por investigadores de la Facultad de Agronomía de Buenos Aires documentaron deficiencias de este nutriente con posterioridad.

En los últimos años se han conducido muchos ensayos de campo con frecuentes casos en los que se han documentado respuestas positivas a la fertilización con Zn en la región productora de granos. Estos trabajos se han concentrado principalmente en maíz, debido a la particular forma con la que el cultivo manifiesta síntomas de deficiencia (Ver Fotos) y la frecuencia observada de su aparición, principalmente en siembras tempranas con suelos fríos y con aplicaciones de fósforo en la línea, condiciones que potencian la inducción de la deficiencia del micronutriente.

Muchos de los resultados de estos ensayos han sido publicados recientemente, reportando los avances en la tecnología de uso de fertilizantes con Zn, e indican el interés por parte de los productores y asesores en la problemática del Zn. Normalmente las respuestas, cada vez más consistentes a la aplicación de Zn, se reportan dentro de un contexto de manejo de la fertilización balanceada con nitrógeno, fósforo y azufre en cantidades suficientes en relación con la extracción.

Simultáneamente a estos ensayos, se han venido realizando relevamientos de disponibilidad en base a muestreos de lotes de producción, inclusive con la representación cartográfica de áreas con distintas clases de disponibilidad, identificándose así extensas regiones sospechadas de deficiencias. Un ejemplo de estos relevamientos se presenta en un artículo de esta misma edición. Uno de estos relevamientos fue presentado en el 3er Simposio Internacional del Zinc en Hyderabad, India, que se ilustra en la tabla 1 mostrando una mayoría de muestras clasificadas como inferiores al nivel crítico de 1 ppm (DTPA) realizadas por dos laboratorios comerciales conocidos.

El desarrollo de nuevas tecnologías en fertilizantes ha dado lugar a la aparición de formulaciones de mayor eficiencia que las tradicionales en cuanto a la posibilidad de absorción de nutrientes por parte de las plantas y la oportunidad de aplicaciones de menores dosis unitarias de Zn, debido a una distribución más uniforme de este elemento. Esto ha permitido documentar con mayor exactitud y consistencia respuestas a la aplicación de Zn a la siembra en ambientes tentativamente deficientes. En forma asociada a esto, se ha experimentado de modo exploratorio en dónde y asociado a qué factores se evidencia la respuesta a Zn y cuáles serían los indicadores a medir para lograr una caracterización adecuada de los sitios y diagnosticar una potencial deficiencia y respuesta agronómica a la fertilización con Zn.



*Síntomas de deficiencia de Zinc en Pergamino,
(Fotografía Ferraris.)*



Tabla 1. Tabla 1. porcentaje de muestras superiores o inferiores al nivel crítico (NC) de 1 ppm (DTPA) para distintas regiones de producción según análisis de Zn en muestras de lotes de producción realizados por dos laboratorios comerciales.

	Menor al NC	Mayor al NC		Laboratorio
	% muestras		n	
Buenos Aires	59	41	1,353	ACA-Suelo fértil
Santa Fe	71	29	741	ACA-Suelo fértil
Cordoba	75	25	129	ACA-Suelo fértil
Este Pampeana	85	15	179	TecnoAgro
Oeste R. Pampeana	44	56	378	TecnoAgro

COMPARACIÓN DE MOMENTOS DE APLICACIÓN Y DOSIS DE ZN

Una red de ensayos patrocinados por una empresa local comenzó con el objetivo de desarrollar la tecnología de aplicación y fertilización con Zinc. Se realizaron ensayos durante las campañas 2008/9 y 2009/10 en varias localidades de la Región Pampeana para identificar y ajustar recomendaciones de dosis, momentos y formas de aplicación de Zn en maíz. Los tratamientos consistían en diferentes dosis de Zn en aplicaciones al suelo y pulverizaciones foliares.

La figura 1 muestra el efecto de la aplicación de Zinc sobre el rendimiento de maíz. Los tratamientos fertilizados con solución NS+Zn mostraron incrementos positivos en rendimiento respecto a los tratamientos testigos sin Zn pero fertilizados con NP y S. Dicha respuesta varió entre 380 y 850 Kg/ha de maíz. Los tratamientos con Zn al suelo para todos los sitios evaluados mostraron respuestas positivas en rendimiento, pero no todos los sitios en donde se realizaron aplicaciones

foliares mostraron respuestas.

Se obtuvo respuesta a la aplicación al suelo en los 7 ensayos, mientras que con aplicaciones foliares sólo en 8 de 11 casos hubo respuestas positivas. Comparando la respuesta a las aplicaciones de Zn al suelo respecto a las aplicaciones foliares, sólo en un ensayo la respuesta a la aplicación foliar fue superior a la de suelo, mientras que en dos sitios la respuesta fue negativa; en tanto en el resto de los sitios las aplicaciones de solución NS+Zn al suelo presentaron mayores respuestas que las aplicaciones foliares.

Agrupando los tratamientos de Zinc foliar y al suelo para identificar y cuantificar el nivel de respuesta en producción de granos, considerando a cada sitio como un bloque, se realizó el análisis estadístico comparando las medias (LSD). En la Figura 2 se pueden observar los rendimientos promedio de maíz obtenidos para los distintos tratamientos de fertilización, y la respuesta en rendimiento.

Uno de los objetivos de estos ensayos fue ajustar las dosis aplicadas

Fig. 1 Rendimiento promedio de siete sitios y respuesta al agregado de Zn con diferentes dosis, formas y momentos de aplicación. Campañas 2008/09 y 2009/10. Fuente: F. Salvagioti, G. Ferraris, L. Ventimiglia y G. Espósito.

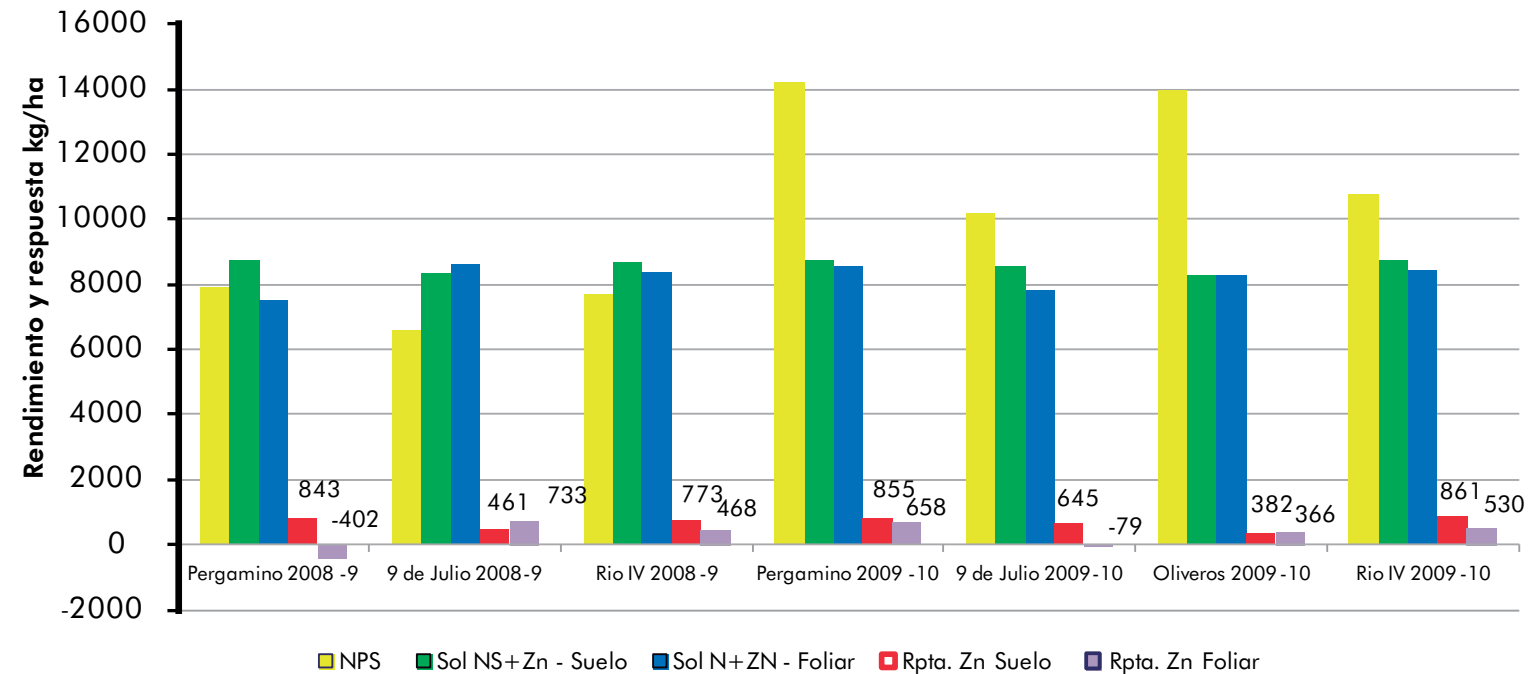
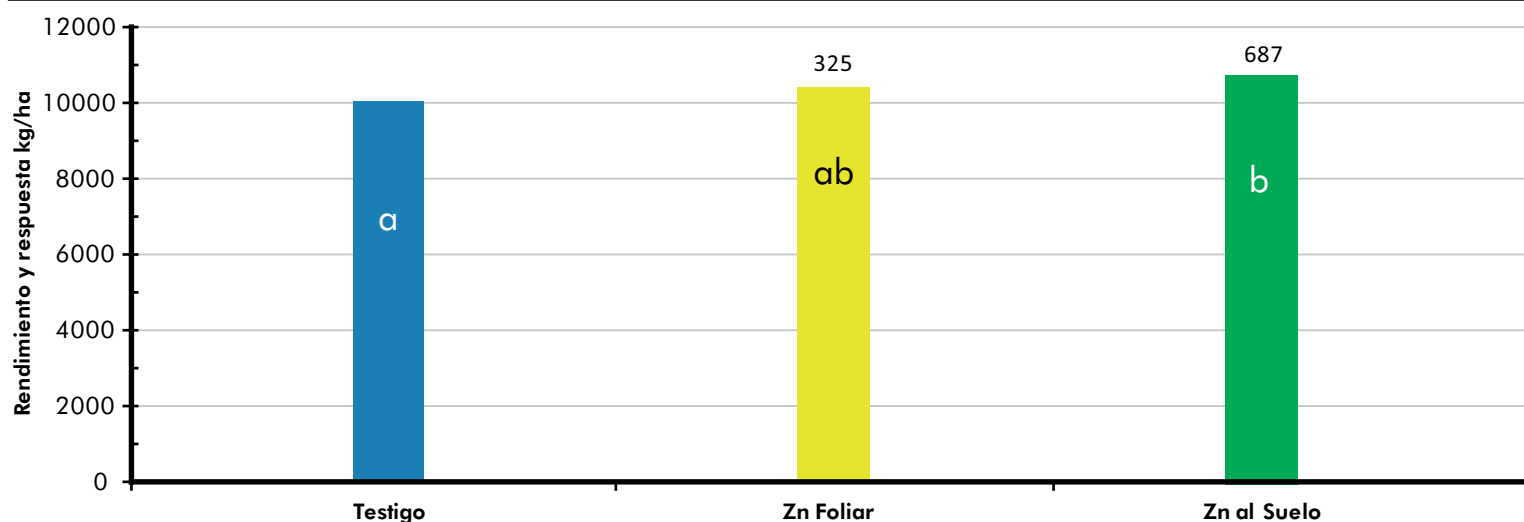


Fig. 2

Rendimiento promedio de los tratamientos con aplicaciones de Zinc al suelo y foliares (N= 7 sitios). INTA 9 de Julio, Pergamino, Oliveros y UNRC Río IV, campañas 2008-9 y 2009-10. Las letras diferentes representan diferencias estadísticamente significativas al 5%, Test LSD Fisher.



para establecer las curvas de respuesta al Zinc, de gran importancia para permitir determinar las dosis óptimas económicas. Por otro lado es importante poder determinar el momento óptimo de aplicación de Zn. En la campaña 2010-11 se condujo una red en la cual se compararon diferentes dosis y momentos de aplicación de formulaciones fluidas con Zn en las principales zonas productivas del país, como 9 de Julio, Pergamino, Rafaela, Oliveros, Río IV e Inrville. En la Figura 3 se pueden observar los rendimientos relativos de 16 sitios en 5 campañas en las cuales se compararon diferentes dosis de Zn y momentos de aplicación de solución NS+Zn.

Como se puede observar en la Figura 3, no se encontraron diferencias significativas entre los dos momentos de aplicación del Zn (V1 vs V6) a las dosis correctas. Respecto a las dosis vemos que a dosis bajas (0.5 kg Zn/ha) no se logró alcanzar el máximo rendimiento, asociándose éste con la dosis intermedia de 1.5 kg de Zn/ha, sin lograrse aumentos ulteriores de rendimiento con dosis superiores de 3 kg de Zn/ha. Esta dosis óptima de 1.5 Kg/ha coincide con los resultados obtenidos por el Ing. Gabriel Espósito en la región de Río Cuarto, una zona con alta frecuencia de respuestas al Zn y a las dosis de aplicación con fertilizantes complejos granulados con Zn. La relación encontrada en los trabajos del Ing. Espósito entre el rendimiento relativo del maíz y la dosis de Zinc al suelo aplicado en V2 indica una respuesta hasta un máximo del 8% asociada a una dosis máxima de 1,9 kg Zn /ha en suelos con bajo contenido de Zinc disponible.

RESPUESTA CON FORMULACIONES COMPLEJAS GRANULADAS

Otro consistente trabajo sobre la respuesta al Zinc del maíz fue presentado recientemente en el último Congreso de Suelos, por los Ings. Michiels y Ruffo, con resultados de una red de evaluación con una duración de 2 campañas (2009-2011).

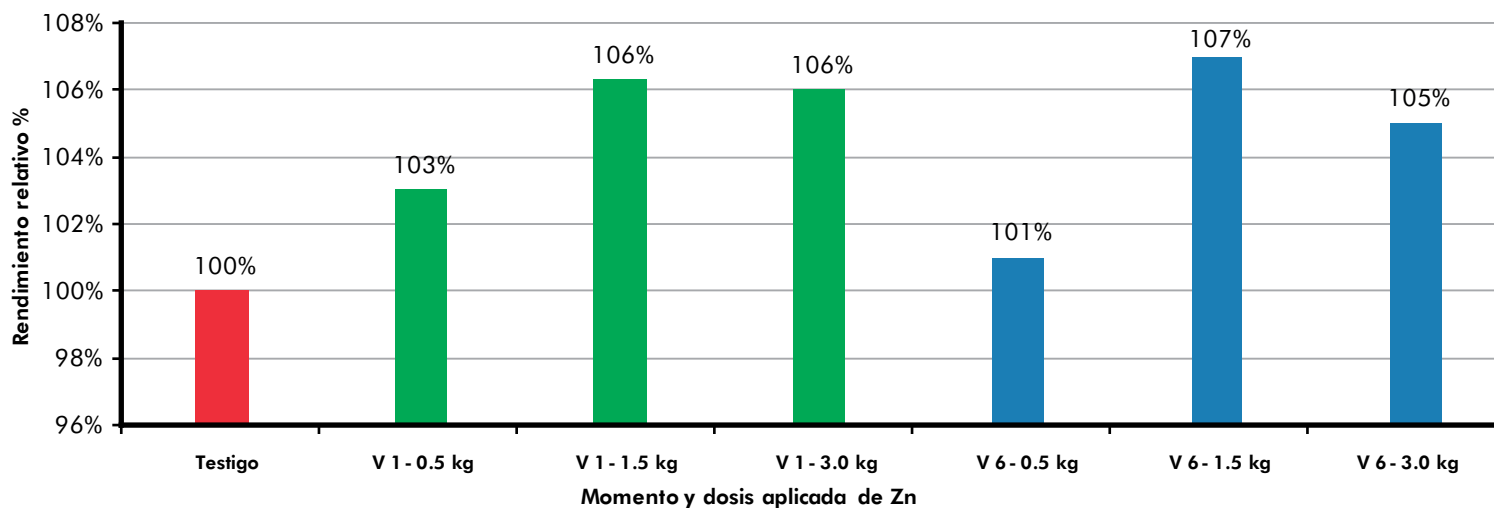
En este trabajo se utilizaron fertilizantes granulados complejos NPS con y sin Zn, evaluándose dosis crecientes de este micronutriente en 14 sitios-año. Los tratamientos evaluados incluyeron un control NPS sin Zn y cuatro dosis: 0.5, 1, 1.5 y 2 kg de Zn/ha. Las dosis de P y S fueron de 35 kg P/ha. y 20 kg S ha. Estos tratamientos fueron aplicados a la siembra e incorporados al costado y debajo de la línea de siembra con maquina estándar. Los tratamientos se balancearon con N a una dosis final de 180 kg N/ ha entre disponibilidad en el suelo a la siembra más N aplicado como fertilizante, mediante la aplicación de urea a la siembra o incorporada previamente. Los valores de Zn extractable oscilaron entre 0.6 y 1.3 ppm, y el 50% de las muestras presentaron valores por debajo del rango de suficiencia de 1.0 ppm para el método utilizado (extracción con DTPA).

En 8 de las 14 localidades se observó una respuesta significativa a la aplicación de zinc, mientras que en las otras 6 no se detectó una respuesta significativa. Al analizar sólo las localidades donde se observó una respuesta significativa a la fertilización con Zn, la interacción entre sitio y tratamiento no es significativa indicando que la respuesta a la fertilización fue similar entre sitios con deficiencia de Zn. El rendimiento promedio de los tratamientos en los catorce sitios se presenta en la figura 5. El rendimiento más elevado se obtuvo con la dosis de 1.5 kg Zn/ ha. La respuesta promedio de los 14 sitios entre este tratamiento y el testigo fue de 4.4% (484 kg/ha). Si se considera sólo los sitios donde se observó una respuesta significativa a la aplicación de zinc, la respuesta entre la dosis de 1.5 kg Zn/ ha. y el tratamiento testigo fue 8.7% (900 kg/ha). Estos resultados demuestran claramente el fuerte impacto de la aplicación de fertilizantes complejos con Zn para corregir la deficiencia de este micronutriente en la productividad de maíz.



Fig. 3

▼ Rendimiento Relativo promedio de la aplicación de solución NS+Zn en diferentes dosis y momentos. Promedio de 16 sitios en 5 campañas. Fuente: G. Ferraris, L. Ventimiglia, G. Espósito, F. Salvagiotti, H. Fontanetto, J.P. Lloelle, M. Boxler y M. Uranga.



CONSIDERACIONES FINALES

Los niveles promedio de Zn en los suelos de la región están en franca disminución (tal como se evidencia en varios trabajos publicados y en la frecuencia de muestras de suelo con medios a bajos), cuando no son decididamente insuficientes para sustentar una máxima productividad.

Considerando el alto costo de implantación del maíz, que implica la semilla híbrida, muchas veces con mejoras genéticas de vanguardia, y las elevadas dosis de fertilizantes nitrogenados necesarias para sustentar un potencial de rendimiento cercano a las 13 a 14 t/ha de grano, es indispensable mitigar cualquier posible limitación a los rendimientos, de modo de maximizar el retorno de la inversión.

Por esa razón, es muy posible que existan innumerables casos indetectables de la famosa “hambre oculta”, expresión con que se describen las situaciones en las que las deficiencias no son evidentes por sintomatología visual pero que impactan negativamente en los rendimientos. Muy posiblemente, los aumentos de rendimientos observados sean simplemente una mayor eficiencia de uso del nitrógeno y del fósforo una vez que los requerimientos aumentados de Zn son satisfechos por la fertilización específica con este micronutriente.

Un planteo intensivo de maíz debería incluir el agregado de zinc dentro del programa de fertilización, en especial en la zona núcleo y en la región más húmeda, toda vez que es la que presenta mayores frecuencias de respuesta. El análisis de costo beneficio es muy importante a considerar y variará para cada situación de producto fertilizante

BIBLIOGRAFÍA

Esposito, G. y Castillo. 2010.

Melgar, R.J. ; M. Torres Duggan y G. Ferraris. 2011. Zinc Availability in the Pampean Region of Argentina. 3rd. Zinc International Symposium . Hyderabad, INDIA.

Michiels, C. L. y M. L. Ruffo. 2012. El zinc limita el rendimiento del maíz en la region pampeana Argentina. Actas XX Congreso Latinoamericano y XXIII Argentino de la Ciencia del Suelo. Mar del Plata.

Urrutia J. 2012. Fertilización con Zinc en el cultivo de maíz: Desarrollo de SolMIX Zinc. Bunge Argentina

Fig. 4 ▼ Figura 5. Respuesta promedio del rendimiento de maíz a la fertilización con zinc en promedio para los catorce ensayos conducidos en las campañas 2009/10 y 2010/11. Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0.1$).

