

NUTRICIÓN APLICADA SOBRE SEMILLA Y POR VÍA FOLIAR EN MAÍZ DE SIEMBRA TARDÍA

INTA EEA PERGAMINO
CAMPAÑA 2013/14

Ings. Agrs. (MSc) Gustavo N. Ferraris

INTA EEA Pergamino. Av Frondizi km 4,5 B2700WAA Pergamino

ferraris.gustavo@inta.gob.ar

INTRODUCCIÓN

La intensificación de la agricultura y la falta de rotaciones con pasturas han producido una notable disminución de los niveles de MO de los suelos de la región pampeana, los que en algunas zonas representan solo el 50% del nivel original (Lavado, 2006). Esto junto con la escasa fertilización podría generar deficiencias de varios nutrientes, inclusive los microelementos. La MO del suelo se relaciona positivamente con la disponibilidad de B (Raza *et al.*, 2002), ya que sus fracciones abastecen la solución por mineralización del B orgánico de origen microbiano (Gupta *et al.*, 1985) y/o desde el adsorbido en dicha fracción. Como se mencionó, la agricultura ha disminuido fuertemente la MO de los suelos, por lo que podría esperarse una fuerte disminución de los niveles de B. En un estudio reciente, Rivero *et al.* (2008), con muestras obtenidas desde 1995 y 2001, reportaron contenidos bajos a moderados de B ($< 1 \text{ mg kg}^{-1}$) en el oeste y norte de dicha región.

La función principal del Zinc (Zn) es la de activador enzimático, catalizando innumerables reacciones en procesos metabólicos como la respiración, la síntesis de clorofila y proteínas. Es además precursor del triptófano y el ácido indol acético (Fancelli, 2006). La deficiencia se asocia con la presencia de suelos arenosos de baja CIC, primaveras frías y dosis elevadas de fertilizante fosforado en la línea de siembra, al presentar un antagonismo a nivel de superficie radicular con este elemento (Scheid López, 2006). Se identifica por la aparición de bandas longitudinales blanquecinas. En casos severos, pueden aparecer plantas más pequeñas, entrenudos cortos y agrupamiento de hojas formando una roseta en la porción terminal (Fancelli, 2006). El cultivo de maíz presenta requerimientos totales de Zn que casi duplican al de los restantes cultivos, siendo la especie que ha mostrado respuestas positivas a su agregado con mayor frecuencia. De este modo, el Zn en el área de estudio se ubica como el cuarto elemento en importancia para la nutrición del maíz, luego de nitrógeno (N), fósforo (P) y azufre (S).

El objetivo de este trabajo es evaluar el efecto de tratamientos aplicados sobre semilla y por vía foliar sobre los rendimientos y otros parámetros del cultivo de maíz, como complemento de la fertilización fósforo-azufrada. Hipotetizamos que 1. Existe respuesta agronómica a los nutrientes aportados en esta experiencia 2. Las aplicaciones sobre semillas y foliares son apropiadas para la corrección nutricional del cultivo y 3. La fecha de siembra tardía no es un condicionante de la respuesta a la fertilización, si el ambiente es deficitario.

Palabras clave: *maíz tardío, tratamientos de semilla, nutrición foliar.*

MATERIALES Y MÉTODOS

En el ciclo 2013/14 se implantó un experimento de campo en los que se evaluó la respuesta a Zn y otros elementos por vía foliar. El ensayo se sembró el día 8 de Enero, en la localidad de Pergamino, sobre un suelo Serie Pergamino en fase plana, Clase de uso I-2, sin erosión ni limitantes productivas severas. El experimento fue espaciado a 0,7 m entre hileras, a una densidad de 80000 pl/ha. El cultivar sembrado fue Dow 510PW.

El diseño del ensayo correspondió a bloques completos al azar con cuatro repeticiones y tres tratamientos que integraron aplicaciones sobre semilla y el área foliar. Todas las parcelas fueron fertilizadas a la siembra con igual dosis de nitrógeno (N), fósforo (P) y azufre (S). Las fuentes y dosis utilizadas fueron superfosfato triple de calcio (0-20-0) 100 kg ha⁻¹, Urea granulada (46-0-0) 170 kg ha⁻¹ y sulfato de calcio (0-0-0-S18) 100 kg ha⁻¹, respectivamente.

Tabla 1: *Tratamientos evaluados en los ensayos. Aplicaciones sobre semilla y foliares en maíz. Pergamino. Campaña 2013/14.*

Tr	Tratamientos de semilla	Tratamientos foliares	Dosis semilla o foliar (ml/ha)	Tiempo de tratamiento
T1	Testigo			
T2	Nutrifer SG 21		1 g/kg semilla	Semilla
T3	Nutrifer SG 21	Nut Complejo Plus Nutrifer Nitrógeno	2000 ml 2000 ml	Semilla + V6 + Vt

V6 (estado de seis hojas expandidas) y Vt (floración masculina) de acuerdo a la escala de Ritchie & Hanway, 1982.

Previo a la siembra se realizó un análisis de suelo del sitio experimental, el cual se presenta en las Tabla 2:

Tabla 2: *Análisis de suelo al momento de la siembra*

Prof	pH		Materia Orgánica	N total	Fósforo disponible	N-Nitratos (0-40) cm	N-Nitratos suelo 0-60 cm	S-Sulfatos suelo 0-20 cm
	agua 1:2,5		%		mg kg ⁻¹	ppm	kg ha ⁻¹	ppm
Perg 0-20	5,5		3,34	0,167	22,8	23,8 – 12,5	110,6	4,9
	Magnesio	Potasio	Calcio	Zn Setiembre	Zinc Diciembre	Cobre	Hierro	Boro
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Perg 0-20	184	719	1725	0,95	1,07	1,60	117	0,64

Las aplicaciones de fertilizante 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 100 l ha⁻¹. En la floración se midió el número de hojas fotosintéticamente activas, la altura final de plantas, el vigor e índice verde por Spad. A cosecha se determinaron los componentes del rendimiento, número (NG) y peso (P1000) de los granos. La cosecha se realizó en forma manual, con trilla estacionaria de las muestras. Para el estudio de los resultados se realizaron análisis de la varianza y comparaciones de medias.

RESULTADOS

Descripción climática de la campaña

En la Figura 1 se presentan las precipitaciones, evapotranspiración y balance hídrico del sitio durante el ciclo de cultivo. Las temperaturas fueron extremadamente altas durante las primeras etapas de crecimiento, pero las lluvias primero escasas mostraron una rápida recuperación hacia enero, y fueron históricamente elevadas en febrero. El cultivo soportó estos eventos extremos gracias a que el sitio ocupaba posiciones altas en el relieve. La abundante nubosidad y su consecuente caída en la heliofanía y cociente fototermal de febrero no pareció afectar los rendimientos (Figura 2).

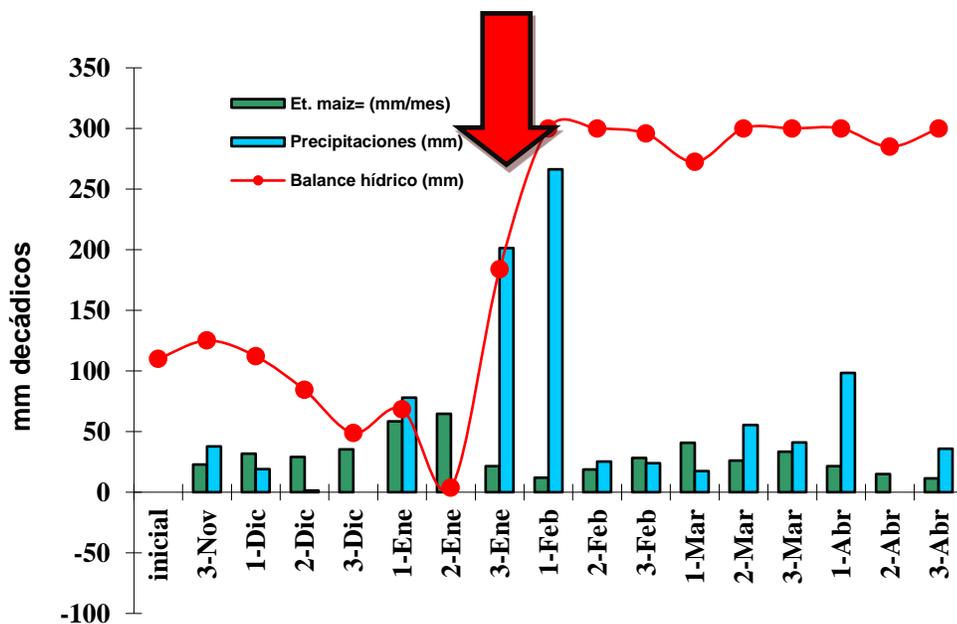


Figura 1: Precipitaciones, evapotranspiración y balance hídrico decádico acumulados (mm) en el sitio experimental. Pergamino, Bs As. Agua disponible inicial en el suelo (200 cm) 110 mm. Precipitaciones totales en el ciclo 901,7 mm. Déficit acumulado de evapotranspiración 0 mm.

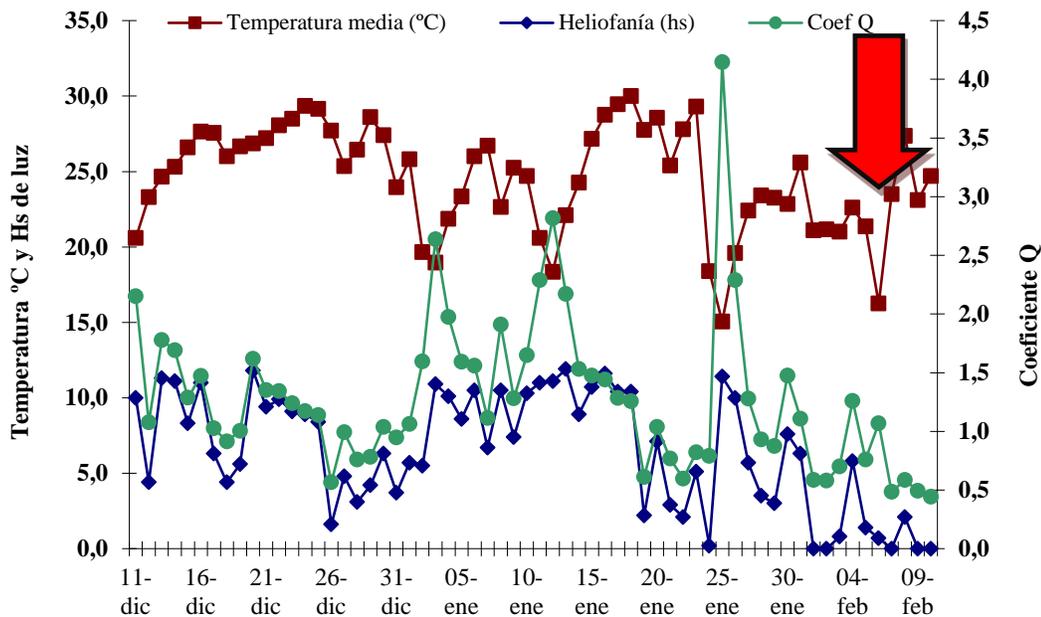


Figura 2: Insolación (en hs y décimas de hora) y temperatura media (°C) diaria para el período 10 de Diciembre – 10 de Febrero, en el transcurso del cual se ubicó la etapa crítica para la definición de los rendimientos. Datos tomados de la estación meteorológica de la EEA INTA Pergamino, (Bs As), campaña 2013/14.

B) Resultados de los experimentos

En la Tabla 3 se presentan los parámetros morfológicos y fisiológicos de cultivo así como los componentes del rendimiento, mientras que en la Figura 3 se presentan los rendimientos y su significancia estadística.

Tabla 3: Parámetros morfológicos de cultivo durante el período crítico: hojas fotosintéticamente activas, índice de vigor, intercepción, intensidad de verde determinada mediante lecturas Spad y componentes numéricos del rendimiento. Tratamientos de aplicación foliar en Maíz. Pergamino, campaña 2013/14.

Trat	Descripción	Hojas activas R2	Vigor R2	Cobertura Intercepción (%)	Spad	NG	PG (g)
T1	Testigo	11	3,5	95	49,7	2304	330
T2	Nutrifer SG21	12	3,7	95	50,4	2506	328
T3	Nutrifer SG21 Nutrifer Complejo Plus Nutrifer Nitrógeno	12	3,6	96	57,6	2595	327
	Correlación (r^2 vs rendimiento)	0,91	0,46	0,54	0,61	1,00	1,00

Índice de Vigor: 1 mínimo 5-máximo

R2 Corresponde a los estados de cuajado de grano.

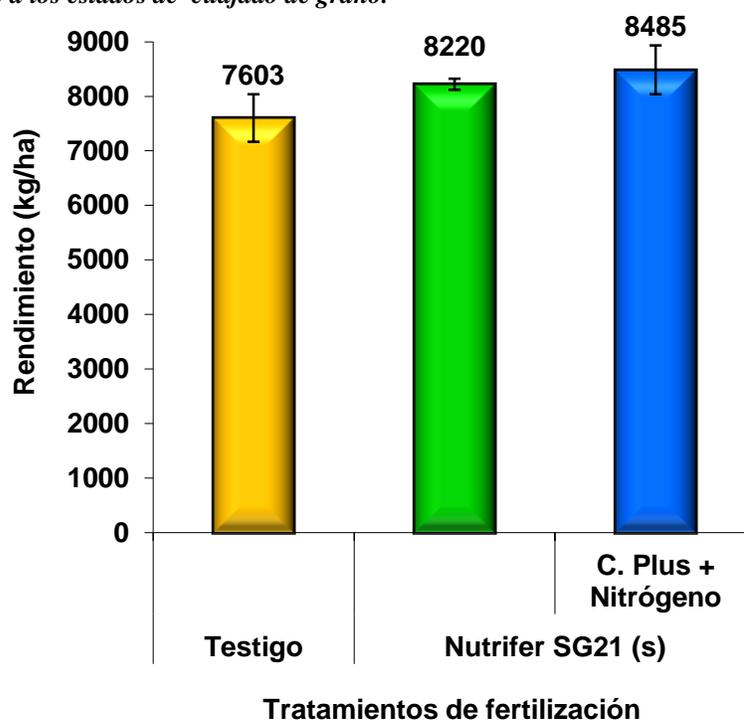


Figura 3: Producción media de maíz según tratamientos de fertilización sobre semilla y como alternativa foliar. Pergamino, siembra tardía, ambiente de fertilidad media. Año 2013/14. Las barras de error representan la desviación standard de la media.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

* El ciclo agrícola 2013/14 se caracterizó por un escenario favorable para los maíces tardíos, acompañados por una recuperación de precipitaciones desde V6-V7 en adelante.

* Los rendimientos alcanzaron un promedio de 8103 kg ha⁻¹, con un máximo de 8485 kg ha⁻¹ y mínimo de 7603 kg ha⁻¹. La moderada fertilidad del sitio y precipitaciones abundantes que permitieron un buen tránsito durante el período crítico y el llenado de los granos sostuvieron los rendimientos. La falta de radiación no habría sido una limitante importante, a juzgar por un cociente fototermal muy bajo y los buenos rendimientos alcanzados.

* Las diferencias no alcanzaron la significancia estadística ($P=0,33$; $cv=9,7\%$). No obstante ello, se observó una tendencia incremental conforme se aumentaba la intensificación con un mayor número de tratamientos nutricionales (Figura 3). El mayor impacto se obtuvo con el tratamiento de semillas, que posibilitó 618 kg ha^{-1} de incremento en los rendimientos (Tabla 3). Las aplicaciones foliares otorgaron 265 kg ha^{-1} adicionales.

* En este experimento, todas las variables cuantificadas mostraron una elevada correlación con los rendimientos, siendo sus componentes numéricos, NG y PG, los de mayor asociación (Tabla 3).

* La concentración de Zn en suelo fue media y aumentó ligeramente entre setiembre y diciembre. Se verifica que si el nivel de Zn en suelo es moderado y el cultivo conserva elevado potencial de rendimiento en fechas tardías, es capaz de responder positivamente al agregado de este nutriente, en este caso agrupado y asociado en un fertilizante junto a un grupo de nutrientes. Es probable que, a la hora de hacer diagnósticos, la concentración de referencia en suelo debería ser la de setiembre y no la de diciembre.

* Los resultados obtenidos permiten aceptar parcialmente la hipótesis 1: Aun en fecha tardía se observó una tendencia moderada a comprobar respuesta a los tratamientos de nutrición complementaria, con mayor fuerza en aquellos que lo aportan vía las semillas.

* Se verifica asimismo la hipótesis 2, siendo en este ensayo el tratamiento de semillas particularmente apropiado. La ventaja de los tratamientos de semilla podría residir en un clima todavía cálido y mayormente seco a la hora de realizar los tratamientos, que podría haber perjudicado la eficiencia y calidad de las aplicaciones foliares.

* La hipótesis 3 es igualmente aceptada: Es probable que en fecha temprana el cultivo hubiese mostrado una respuesta de mayor magnitud, pero esta condición no es excluyente y en una siembra tardía se logró definir la tendencia incremental al intensificar los tratamientos mediante la incorporación de nutrientes por vías alternativas como la semilla o el área foliar.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Fancelli, AL. 2006. Micronutrientes en la fisiología de las plantas. Pp 11-27. En: M Vázquez(ed). Micronutrientes en la agricultura. Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo. Buenos Aires, Argentina. 207pp.
- Ferraris, G., L. Couretot y J. Urrutia. 2010. Tecnologías para la aplicación de microelementos en maíz. Dosis y sistemas de aplicación de Znen combinación con fuentes nitrógeno-azufradas. V Jornada de Maíz. AIANBA-INTA EEA Pergamino. 11p.
- Gupta, UC; Jame, YW; Campbel, CA; Leyshon, AJ & W Nicholaichuck. 1985. Boron toxicity and deficiency: a review. Can. J. Soil Sci. 65: 381-409.
- Lavado, R. 2006. La región Pampeana: Historia, características y uso de sus suelos. En: Materia Orgánica "Valor Agronómico y Dinámica en Suelos Pampeanos" (ed. R Álvarez). Editorial. Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. p. 1-12.
- Lindsay, WL. 1997. Inorganic equilibria affecting micronutrients in soils. En: Micronutrients In Agriculture. (ed. Mortvedt, Cox, Shuman & Welch). Soil Science Society of America, 677 S. Segoe., Madison, WI, USA. pp 89 111
- Melgar, R. 2005. El mercado de fertilizantes en la Argentina y su relación con el sector agropecuario. En: Fertilidad de Suelos y Fertilización de Cultivos (ed HE Echeverría & FO García). Ediciones INTA, Buenos Aires, Argentina. p. 489-502.
- Moralejo M. del P. y S. G. Acebal. 2010. Determinación del contenido de Cu y Zn en suelos del sudoeste bonaerense. XXII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Rosario. Actas en CD, 4pp.
- Ratto de Miguez, S & N Fatta. 1990. Disponibilidad de micronutrientes en suelos del área maicera núcleo. Ciencia del Suelo. 8: 9-15.
- Raza, M., Mermut, A, R., Schoenau, J, J, and Malhi, S, S, 2002, Boron fractionation in some Saskatchewan soils. Can. J. Soil Sci. 82: 173-179,
- Ritchie, S. and J. Hanway. 1993. How a Corn Plant Develops. Special Report No. 48. Iowa State University of Science and Technology. Cooperative Extension Service Ames, Iowa. www.iastate.edu
- Rivero, E, Cruzate, GA & R Turati. 2008. Azufre, boro y zinc: mapas de disponibilidad y reposición en suelos de la Región Pampeana. XXI Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Potrero de los Funes, San Luis. Actas en CD, 5pp.
- Scheid López, A. 2006. Micronutrientes: La experiencia brasilera. Filosofía de aplicación y eficiencia agronómica. Pp 29-78. En: M Vázquez(ed). Micronutrientes en la agricultura. Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo. Buenos Aires, Argentina. 207pp.