

RESPUESTA DEL MAÍZ A LA FERTILIZACIÓN COMPLEMENTARIA

Ings. Agrs. Gustavo N. Ferraris, Lucrecia A. Couretot y Juan Carlos Ponsa
Proyecto Regional Agrícola,
Área de Desarrollo Rural INTA EEA Pergamino

Introducción:

El Maíz es un cultivo con elevados requerimientos y capacidad de respuesta a la fertilización. Han sido ampliamente reportados incrementos de rendimiento por el agregado de Nitrógeno (N), Fósforo (P) y Azufre (S) en la región pampeana argentina. Sin embargo, existen otros nutrientes con potencial para mejorar la productividad del cultivo. Uno de los elementos cuyo efecto favorable ha sido mencionado reiteradamente es el Zinc (Zn). En ensayos realizados en la campaña 2004/05 y 2005/06 por nuestro grupo de trabajo (Ferraris et al., 2005; 2007), se determinaron incrementos significativos en los rendimientos por agregado de este nutriente por vía foliar.

Una de los elementos distintivos de la fertilización foliar es la rápida absorción de los nutrientes aplicados. Sin embargo, la absorción y traslocación de los mismos podría optimizarse si se utilizan formulaciones que mejoren las propiedades químicas de la solución, bajen el pH, tengan un efecto tensioactivo e incrementen la movilidad de los nutrientes.

En la actualidad, se han dado diversas condiciones que permiten realizar un diagnóstico más preciso acerca de las expectativas de respuesta a la fertilización foliar. Estas incluyen la mayor difusión de análisis de suelo y tejido (Martens y Westermann, 1991), mayor información de campo y un conocimiento más amplio acerca de eventuales deficiencias regionales (Ferraris et al., 2007). Además se han producido notables avances acerca del rol de los nutrientes en la respuesta de las plantas a condiciones de estrés (Yuncaí et al., 2008) y desarrollado herramientas de medición que permiten detectar pequeñas respuestas 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 este experimento fueron: 1. Evaluar la respuesta del Maíz al agregado de fertilizantes complejos por vía foliar y 2. Comparar dos formulaciones, que permiten agregar similar contenido de nutrientes, pero varían en su formulación y dosis recomendada. Hipotetizamos que el agregado de dosis pequeñas de nutrientes bajo formas químicas de fácil asimilación mejoran el rendimiento del maíz, comportándose ambas formulaciones de manera similar.

Materiales y métodos:

El ensayo se instaló en la localidad de Wheelwright, Santa Fe, sobre un suelo Serie Hughes, Argiudol típico, Clase de uso 1 de muy buena productividad. El lote experimental tiene una historia de más de 20 años de agricultura continua y 10 en siembra directa. Como antecesor tuvo la secuencia trigo/soja. Fue sembrado el día 22 de setiembre, en siembra directa a una densidad de 80000 semillas ha^{-1} e hileras espaciadas a 0,525 m. El híbrido sembrado fue Nidera Ax892 MG.

El cultivo fue fertilizado con 120 kg ha^{-1} de fosfato monoamónico (11-23-0) y 40 kg ha^{-1} de sulfato de amonio (21-0-0-24S) aplicados a la siembra al costado de la semilla, más 200 kg ha^{-1} de Urea granulada (46-0-0) y 40 kg ha^{-1} de sulfato de amonio (21-0-0-24S) incorporados en V4 (Escala de Ritchie and Hanway, 1993), el día 20 de octubre.

Se utilizó un diseño en bloques completos al azar con dos repeticiones y cinco tratamientos, cuya descripción se presenta en la Tabla 1

Tabla 1: *Tratamientos evaluados. Fertilización foliar en maíz, Wheelwright, Santa Fe, campaña 2007/08*

Nº	Tratamiento	Descripción del tratamiento	Estadío de Aplicación
T1	Testigo	Testigo	-----
T2	Fertideg NS plus 6000	Fertideg NS plus 6000 ml ha ⁻¹	V9 (9 hojas expandidas)
T3	Fertideg NS plus 10000	Fertideg NS plus 10000 ml ha ⁻¹	V9 (9 hojas expandidas)
T4	Fertideg Max 3000	Fertideg Max 3000 ml ha ⁻¹	V9 (9 hojas expandidas)
T5	Fertideg Max 5000	Fertideg Max 5000 ml ha ⁻¹	V9 (9 hojas expandidas)

Tabla 2: *Composición química, expresada en porcentaje de nutrientes (p/v), de las fuentes de fertilizante foliar utilizadas en el ensayo.*

Fertilizante	Nitrógeno	Azufre	Cobalto	Boro	Zinc	Cobre	Manganeso	Magnesio	Molibdeno	Hierro
Fertideg Plus NS	17	16,1	0,0001	0,66	0,396	0,0132	0,0529	0,026	0,002	0,079
Fertideg Max	23.1	15,85	0,00015	1,205	0,636	0,015	0,09	0,0366	0,0015	0,12

Por su parte, el análisis de suelo del sitio experimental se presenta en la Tabla 3. Se destaca un nivel de N en suelo normal, buen contenido de materia orgánica y bajo de P. El lote podría considerarse como de mediana fertilidad.

Tabla 3: *Análisis de suelo la siembra.*

Prof	pH	Materia Orgánica	N total	P-disp.	N-Nitratos	S-Sulfatos
Cm	Agua 1:2,5	%		ppm	ppm	ppm
0-20	5,6	3,19	0,159	9	19	3
20-40					5	

Las aplicaciones de fertilizante foliar fueron realizadas con mochila manual de presión constante. La misma contaba con un botallón aplicador de 200 cm provisto de 4 picos a 50 cm y pastillas de cono hueco 80015 que permiten asperjar 100 l ha⁻¹. El estado del cultivo y las condiciones ambientales al momento de la aplicación se describen en las Tablas 4 y 5, respectivamente.

Tabla 4: *Estado del cultivo al momento de la aplicación.*

Momento de aplicación	Fecha de aplicación	Estado del cultivo	Altura (cm)	Cobertura (%)
V9	28-nov	V9	85	90

Tabla 5: *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
V9	S	SH	22	53	10,1 EENE	0	0

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

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, comparaciones de medias y análisis de regresión.

Resultados y discusión:

a) Condiciones ambientales

En la Figura 1 se presentan las precipitaciones del sitio durante el ciclo de cultivo. Estas fueron escasas desde Noviembre en adelante, motivando que el cultivo ingresara en déficit hídrico permanente entre la segunda década de Diciembre y finales de Enero (Figura 1).

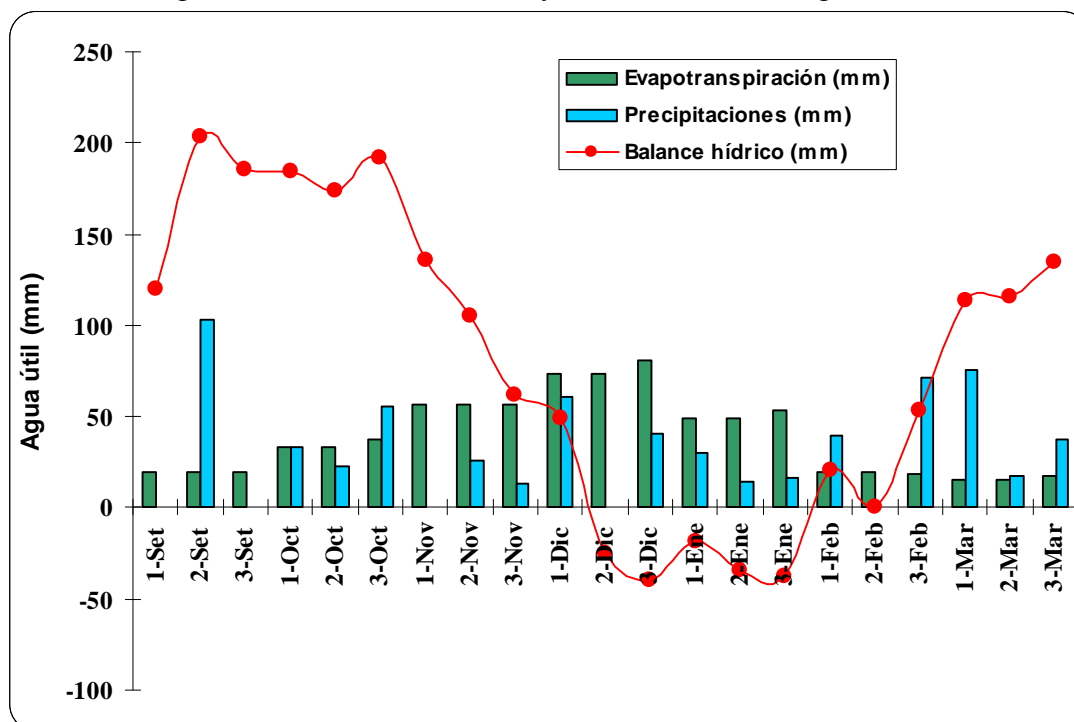


Figura 1: Precipitaciones decádicas acumuladas (mm) en el sitio experimental. Wheelwright, Santa Fe, campaña 2007/08.

b) Resultados del ensayo

No se determinaron diferencias significativas en los rendimientos ($P=0,88$; $CV=8,8$ %; Tabla 6). La respuesta media a la aplicación de fertilizante foliar alcanzó a 515 kg ha^{-1} (rango 137 a 900 kg ha^{-1}), lo que en términos relativos significa un 5 % (rango $1-8$ %). Como tendencia central, aumentar la dosis incrementó los rendimientos, para ambos fertilizantes (Figura 2). Entre fertilizantes, Fertideg NS plus mostró un rendimiento levemente superior, pero las diferencias no fueron relevantes.

Tabla 6: Rendimiento de grano (kg ha^{-1}) y diferencia por sobre restigo (kg ha^{-1} y %) por la aplicación de diferentes dosis y fertilizantes foliares en maíz. Wheelwright, Santa Fe, campaña 2007/08.

N°	Tratamiento	Rendimientos (kg ha^{-1})	Diferencia con testigo	
			(kg ha^{-1})	(%)
T1	Testigo	10688		
T2	Fertideg NS plus 6000	11250	562	+5 %
T3	Fertideg NS plus 10000	11588	900	+8 %
T4	Fertideg Max 3000	10825	137	+1 %
T5	Fertideg Max 5000	11150	462	+4 %
	Promedio		+ 515	+5 %
	Sign est. (P)	0,88		
	CV (%)	8,8 %		

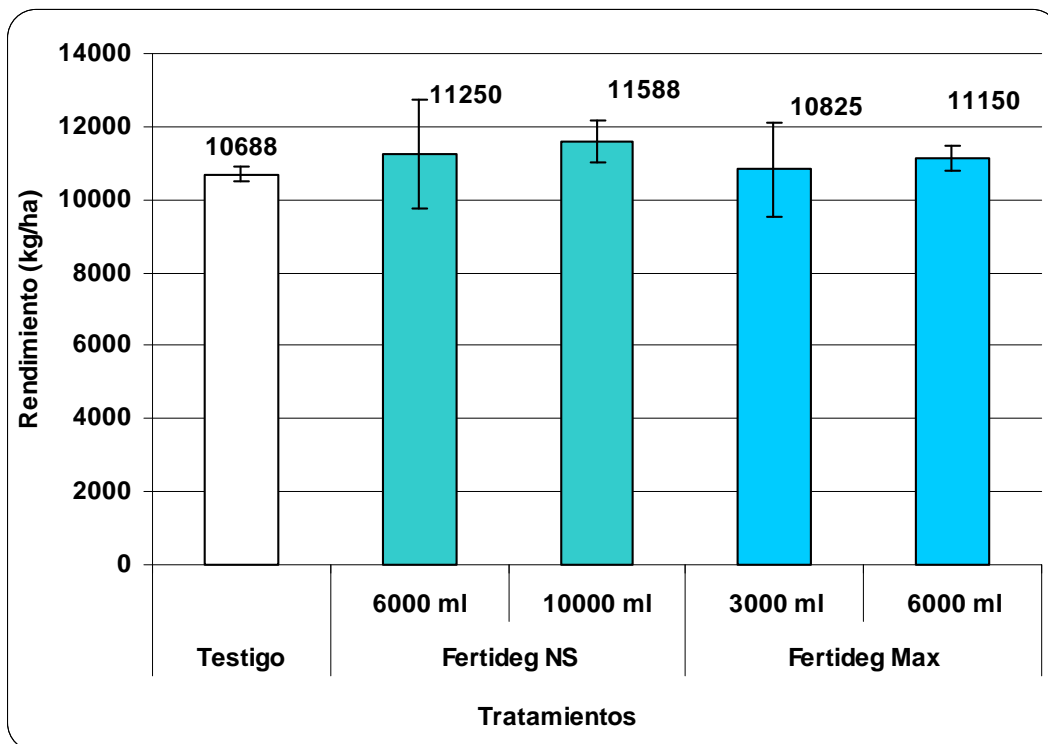


Figura 2: Rendimiento (kg ha^{-1}) como resultado de la aplicación de diferentes dosis y fuentes fertilizantes de aplicación foliar en maíz. Las barras verticales indican la desviación Standard de la media. Wheelwright, Santa Fe. Campaña 2007/08.

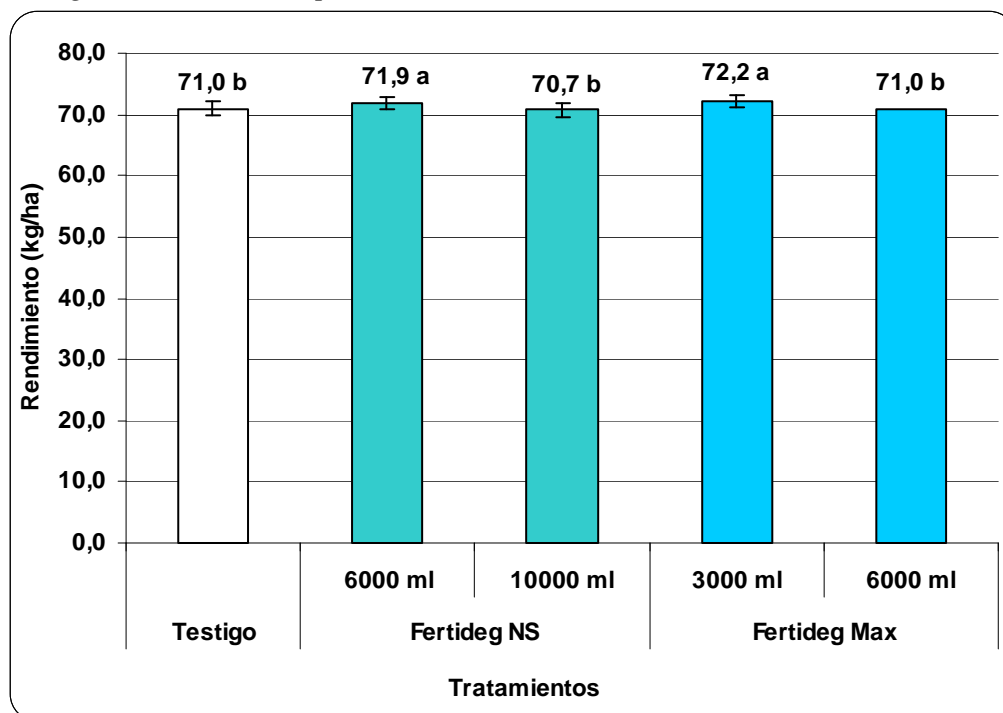


Figura 3: Peso hectolítrico de los granos como resultado de la aplicación de diferentes dosis y fuentes fertilizantes de aplicación foliar en maíz. Letras distintas en las columnas representan diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos. Las barras verticales indican la desviación Standard de la media. Wheelwright, Santa Fe. Campaña 2007/08.

Respecto de la calidad de los granos, evaluada a través de su peso hectolítrico, los tratamientos Fertideg NS plus 6000 y Fertideg Max 3000 superaron al testigo ($P=0,001$, $CV=0,27\%$), mientras que el resto no acusaron diferencias.

Conclusiones:

Los fertilizantes ensayados, sin diferenciarse estadísticamente, ocasionaron una tendencia incremental sobre los rendimientos que en promedio alcanzó a 515 kg ha^{-1} , lo que representó un 5% de diferencia, y que se acentuó en las dosis más altas. Además, prevaleció levemente Fertideg NS plus, aunque las diferencias entre fuentes fueron poco relevantes como para sacar conclusiones. El uso de fertilizantes además, incrementó el peso hectolítrico de los granos en dos de los tratamientos.

Bibliografía:

- *Ferraris, G. y L. Couretot. 2007. Respuesta del maíz a la fertilización complementaria por vía foliar. Campaña 2006/07 ©. 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.
- *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.
- *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.