

EVALUACIÓN DE DIFERENTES DOSIS Y MOMENTOS DE APLICACIÓN DE UN FERTILIZANTE FOLIAR COMPUESTO POR MACRO Y MICRONUTRIENTES EN EL CULTIVO DE MAÍZ PISINGALLO

Ings. Agrs. Gustavo N. Ferraris⁽¹⁾, Lucrecia A. Couretot⁽¹⁾ y Juan C. Ponsa⁽²⁾
Proyecto Regional Agrícola, Area de Desarrollo Rural INTA EEA Pergamino

La fertilización del cultivo de maíz es una práctica común entre los productores. El deterioro en la fertilidad de los suelos de la región pampeana y el potencial de respuesta al agregado de nutrientes de la especie han determinado que habitualmente se recurra a la suplementación con Nitrógeno (N), Fósforo (P) y Azufre (S). Sin embargo, existen otros elementos que, aunque son esenciales para el crecimiento y el rendimiento del cultivo, generalmente no son tenidos en cuenta en los esquemas de fertilización. Por ser requerido en menores dosis que los nutrientes principales, estos elementos han sido denominados meso y micronutrientes. En la Tabla 1 se mencionan las necesidades nutricionales de macro, meso y micronutrientes del cultivo de Maíz, así como la fracción del total absorbido que es exportada con los granos (índice de cosecha).

Tabla 1: *Necesidades nutricionales y fracción exportada con los granos (Índice de cosecha del nutriente) por tonelada de grano en el cultivo de Maíz (Ciampitti y García, 2007).*

Nutriente	Necesidad kg/ton	Índice de cosecha
N	22	0,68
P	4	0,76
K	19	0,21
Ca	3	0,07
Mg	3	0,53
S	4	0,35
B	0,020	0,25
Cl	0,444	0,06
Cu	0,013	0,29
Fe	0,125	0,36
Mn	0,189	0,17
Mo	0,001	0,63
Zn	0,053	0,50

Aunque los nutrientes varían en cuanto a su dinámica de absorción, es aceptado que la fertilización con macro y mesonutrientes debe realizarse agregando estos elementos al suelo, debido a que las elevadas cantidades en que son requeridos imposibilitan otras formas de aplicación. En cambio, los micronutrientes son absorbidos en forma más rápida y eficiente cuando son aplicados por vía foliar (Barber, 1984), ya que varios de ellos como el Hierro (Fe), Zinc (Zn), Cobre (Cu) y aún el Molibdeno (Mo) y Cobalto (Co) son frecuentemente retenidos y se tornan insolubles si se los aplica al suelo (Mortvedt and Cox., 1985; Kochian et al., 1991; Zhang et al., 1991; Tisdalle et al., 1993)

Diversos trabajos han informado incrementos de rendimiento por la aplicación fertilizantes por vía foliar (Ventimiglia et al, 2000; Ferraris y Couretot, 2004; 2005). El objetivo de este trabajo fue evaluar la respuesta a la aplicación de un fertilizante foliar compuesto por macro y micronutrientes en maíz pisingallo, y comparar diferentes dosis y momentos de aplicación.

1 Desarrollo Rural INTA EEA Pergamino

2 Protección Vegetal INTA EEA Pergamino

Materiales y métodos:

El ensayo fue realizado en Pergamino, sobre un suelo serie Pergamino, Argiudoles típicos. La implantación del cultivo se realizó en siembra directa, siendo soja de primera el antecesor. Se sembró el híbrido Vogel VyP 331, el día 15 de Octubre. Al momento de la siembra se realizaron análisis químicos de suelo, cuyos resultados se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2: Análisis de suelo al momento de la siembra

Sitio	prof	pH	Conductividad (Ds/m)	Materia Orgánica	Ntotal	Fósforo disponible	N-Nitratos	S-Sulfatos
		agua 1:2,5		%		ppm	ppm	ppm
	0-20	6,0	0,168	2,28	0,105	19	8	5,8

La fertilización de base consistió 80 kg ha⁻¹ de fosfato monoamónico (12-23-0) a la siembra y 75 kg de N + 9 kg S ha⁻¹ en V6.

El diseño correspondió al de bloques completos aleatorizados con tres repeticiones. Se aplicó el fertilizante foliar “Fertideg”, el cual presenta la siguiente composición:

N 10,7 %, P 2,3 %, K 6,5 %, Mg 0,17 %, Fe 0,014 %, B 0,14 %, Mn 0,0012 %, Cu 0,0024 %, Zn 0,0008 %, Co 0,0002 %, Mo 0,0001%. En uno de los tratamientos se utilizó el fungicida Sphere (Trifloxystrobin 18,75 % + Cyproconazole 8 %) en mezcla de tanque con el fertilizante foliar.

Los tratamientos consistieron en la evaluación de diferentes dosis y momentos de aplicación del fertilizante antes descripto (Tabla 3).

Tabla 3: Tratamientos evaluados. Fertilización foliar en maíz pisingallo, campaña 2004/05

Tratamiento	Dosis	Estadío de Aplicación (*)
T0	Testigo	V6 + R1
T1	6 + 4 l/ha + fungicida	
T2	8 l/ha	V6
T3	10 l/ha	V6
T4	6 l/ha	R1
T5	8 l/ha	R1
T6	10 l/ha	R1
T7	4 + 4 l/ha	V6 + R1

Los estadíos corresponden a la escala de Ritchie and Hanway (1993)

Las aplicaciones fueron realizadas con mochila manual de bombeo continuo. La misma contaba con un botallón aplicador de 150 cm provisto de 3 picos a 50 cm y pastillas SS8003 que permiten asperjar 160 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 (%)
Maíz pisingallo	Aplicación V6	28-noviembre	V6	35	35
	Aplicación R1	21-diciembre	R1	190	85

Tabla 5: Condiciones ambientales al momento de la aplicación.

	Momento de aplicación	Humedad de suelo (0-2 cm)	Humedad de suelo (3-18 cm)	T° aire (°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad. viento (km h ⁻¹)	Nubosidad	Ppciones 24 hs da
Maíz	V6	seco	húmedo	16,8	68	EESE 9 km	9	0
pisingallo	R1	seco	húmedo	26,5	59	NE 10,7 km	2	0

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

Entre las determinaciones efectuadas, se evaluó el rendimiento y sus componentes, número y peso 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.

Resultados y discusión:

Maíz pisingallo

En la Tabla 6 se presentan los rendimientos de maíz pisingallo, y las diferencias de los tratamientos fertilizados con respecto al testigo.

Tabla 6: Índice de verdor, rendimientos de grano (kg ha⁻¹) y diferencia de los tratamientos fertilizados respecto al testigo. Evaluación de fertilización foliar en maíz pisingallo.

Tratamiento	Dosis	Estadío de aplicación (*)	Índice de Verdor (unidades Spad)	Rendimientos kg ha ⁻¹	Diferencia respecto al testigo kg ha ⁻¹
T0	Testigo		48,5	4449,6	
T1	6 + 4 l/ha + fungicida	V6 + R1	52,4	4943,3	494
T2	8 l/ha	V6	52,9	4806,0	356
T3	10 l/ha	V6	51,5	5339,8	890
T4	6 l/ha	R1	50,6	4772,3	323
T5	8 l/ha	R1	51,0	4575,3	126
T6	10 l/ha	R1	49,9	4791,7	342
T7	4 + 4 l/ha	V6 + R1	53,3	4848,7	399
			P=0,67	P=0,18	
			CV=6,6 %	CV=7 %	

Se observaron incrementos de rendimientos que, sin llegar a ser estadísticamente significativos, permitieron obtener entre 126 y 890 kg ha⁻¹ adicionales de grano, lo cual representa entre 3 y 20 % por sobre el testigo. Estas diferencias estuvieron determinadas, según los tratamientos, por leves incrementos en el número y peso de los granos (Figura 1).

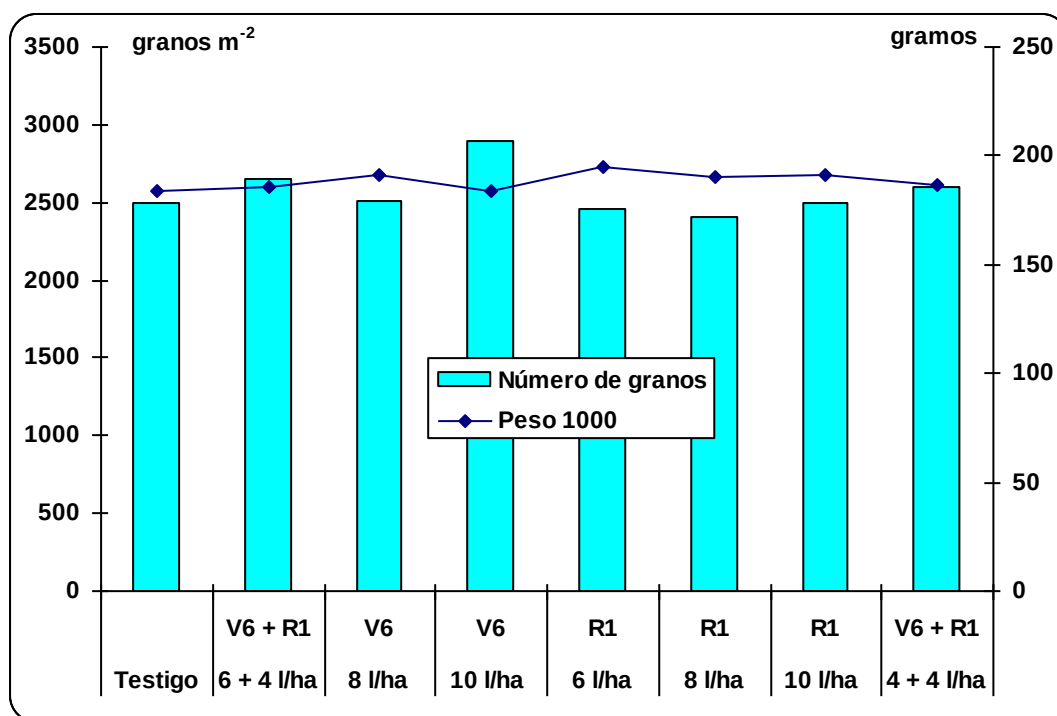


Figura 1: Componentes de rendimiento: número (granos m⁻²) y peso de granos (g x 1000) producto de la aplicación de diferentes tratamientos de fertilización foliar en maíz pisingallo.

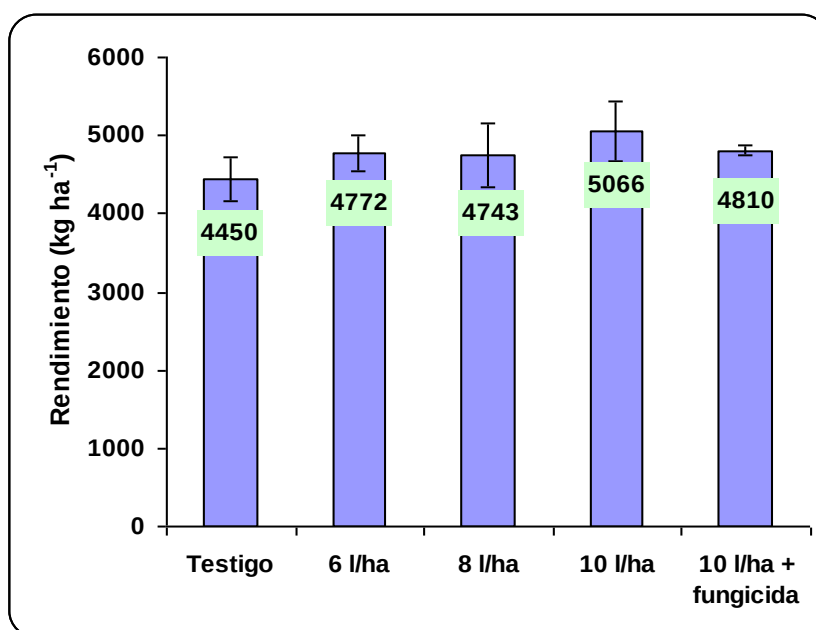


Figura 2: Rendimientos de grano para diferentes dosis de fertilizante foliar, promedio de dos momentos de aplicación. Las barras de error representan la desviación estándar respecto de la media.

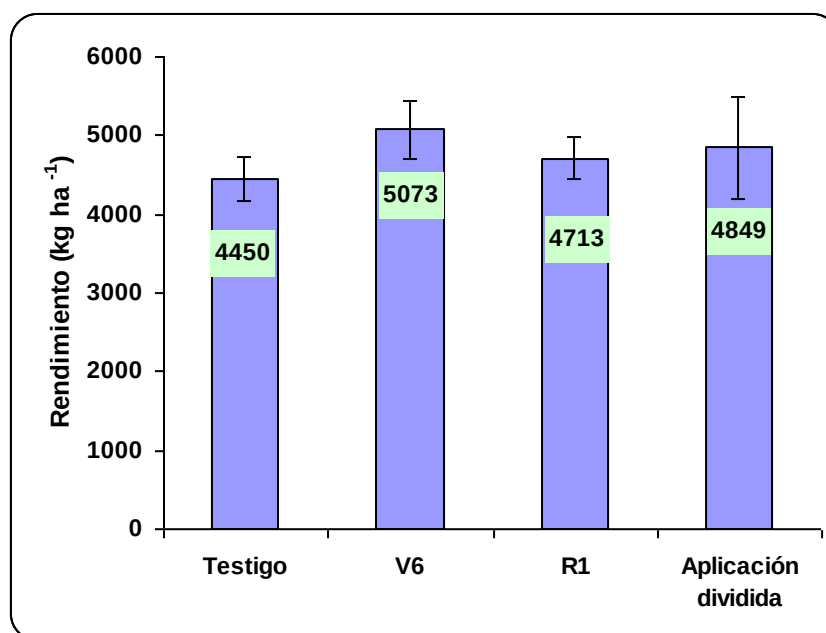


Figura 3: Rendimientos de grano para diferentes momentos de aplicación de fertilizante foliar, promedio de diferentes dosis. Las barras de error representan la desviación estándar respecto de la media.

La dosis máxima de 10 l ha⁻¹ constituyó la alternativa de mejor rendimiento (Figura 2). La aplicación de un fungicida para el control de roya (*Puccinia sorghi*) en mezcla de tanque con el fertilizante fue compatible desde el punto de vista de la formulación, pero no representó mejoras en el rendimiento.

En cuanto al momento de aplicación resulta de interés observar que, mientras en maíz convencional la aplicación en R1 suele ser la alternativa de mayor rendimiento, en pisingallo el mejor desempeño correspondió a la aplicación temprana, en V6 (Figura 3). Esto podría estar dado por la capacidad de crecimiento de ambas especies. Mientras en maíz el rendimiento está limitado por los destinos, es decir el número de granos que logran ser cuajados y se desarrollan, el maíz pisingallo, con una estructura de planta más pequeña, tiene limitaciones de fuente, esto es, de área foliar suficiente para alimentar los granos. La suplementación con fertilizante foliar en forma temprana en maíz pisingallo y tardía en maíz convencional, podrían ser de utilidad para superar esas limitaciones.

Conclusiones:

Las diferencias de rendimiento observadas como resultado de la aplicación del fertilizante foliar, aunque no fueron estadísticamente significativas, representaron incrementos de entre 126 y 890 kg ha⁻¹, según la dosis y el momento de aplicación, lo que representó un rango de 3 a 20 % en pisingallo. Sin grandes variaciones, los mayores rendimientos correspondieron a la dosis más alta (10 l ha⁻¹). Los rendimientos máximos se obtuvieron por la aplicación de fertilizante en un estadio temprano como V6, lo que podría atribuirse a un incremento del área foliar y en la capacidad para producir fotoasimilados por parte del cultivo.

Bibliografía:

- Barber, S. 1984. Soil nutrient bioavailability: A mechanistic approach. John Willey & Sons, New York.
- Ciampitti, I. y F. García. CalcReq2007. Planilla de Calculo para Estimar Requerimientos Nutricionales de Cultivos de Cereales, Oleaginosos, Forrajeras e Industriales. IPNI Cono Sur - International Plant Nutrition Institute. Disponible on line www.ipni.net
- Echeverría, H. E. 2000. Monitoreo de la fertilidad en el sistema suelo-planta. pp 29-30. En: Jornada de actualización técnica para profesionales "Fertilidad 2000", INPOFOS, Rosario.

- Ferraris, G. y L. Couretot. 2005. Efecto de la fertilización foliar complementaria sobre el rendimiento de trigo en siembra directa. Ensayos del Proyecto Regional Agrícola. Campaña 2004/05. En Revista de Tecnología Agropecuaria, INTA EEA Pergamino. 9p. (en prensa).
- Ferraris, G. y L. Couretot. 2004. Evaluación de dos fertilizantes foliares con agregados orgánicos en Soja de Primera. En: Soja. Resultados de Unidades Demostrativas. Proyecto Regional Agrícola, CERBAN. pp 46-52.
- Kochian, L. 1991. Mechanisms of Micronutrient Uptake and Translocation in Plants. Chapter 8, pp 229-296. In: Mortvedt, J. et al., (eds.). Micronutrients in Agriculture, 2nd edition. SSSA Book Series, N°4, Madison, Wisc.
- Mortvedt, J. and F. Cox. 1985. Production, Marketing and Use of Calcium, Magnesium and Micronutrient Fertilizers, pp 455-482. In: O. Engelstad (ed.). Fertilizers Technology and Use. SSSA, Madison, Wisc.
- 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
- Tisdale, S., W. Nelson, J. Beaton y J. Havlin. 1993. Soil Fertility and Fertilizers, fifth edition. Macmillan, New York, 634 p.
- Ventimiglia, L., H. Carta, y S. Rillo. 2000. Soja: Mejorando el rendimiento con la estimulación. pp 114-121. En: Experimentación en campos de productores. Cosecha gruesa, campaña 1999/00. UEEA 9 de Julio, INTA.
- Zhang, F., V. Römheld and H. Marschner. 1991. Diurnal Rhythm of Release of Phytosiderophores and Uptake Rate of Zinc in Iron-Deficient Wheat.