

Fertilización de maíz:

deficiencias de azufre, potasio y zinc en el área núcleo

Gustavo N. Ferraris y Fernando Mousegne (1)
Est. Exp. Pergamino INTA

El consumo de fertilizantes en Argentina se ha incrementado notablemente en los últimos años, debido a la mejora continua en las prácticas de manejo que conducen a la obtención de cultivos de alto rendimientos y, con ello, mayor demanda de nutrientes. Nitrógeno (N) y Fósforo (P) lideran esta tendencia, elementos sobre los cuales se han desarrollado metodologías de diagnóstico regionales que permiten elaborar recomendaciones de fertilización. Por el contrario, se encuentra información más escasa y dispersa sobre otros elementos con menor impacto actual sobre los rendimientos, como azufre (S), potasio (K) o zinc (Zn).

El incremento de los rendimientos y el uso continuo de NP como únicos elementos ha provocado la aparición de deficiencias de S. Estas fueron observadas en suelos degradados o de bajo nivel de materia orgánica (MO), donde se informaron respuestas significativas en cultivos agrícolas y forrajeras, siendo el maíz uno de los que mayor magnitud y frecuencia de resultados favorables presenta.

Por otra parte, es de utilidad monitorear la aparición de deficiencias de nuevos nutrientes que limiten la productividad. El potasio (K) por la magnitud en que es requerido, y el zinc (Zn) por la reiteración de experimentos con respuesta positiva, aparecen como dos nutrientes con elevada probabilidad de obtener resultados favorables.

El objetivo de este trabajo en red fue explorar deficiencias de nutrientes en los que hasta el momento se han observado deficiencias localizadas (S, Zn) o

escasas (K), pero que podrían limitar fuertemente los rendimientos en un futuro cercano. Además se trató de relacionar la respuesta positiva a la fertilización con variables de suelo y cultivo y, de ser posible, establecer criterios de decisión.

Materiales y métodos

Se realizaron veinte ensayos de campo en tres campañas agrícolas, 2006/07, 2007/08 y 2008/09. La red continúa en la actualidad. Se abarcaron localidades comprendidas en el Norte, Centro y Oeste de Buenos Aires.

Para conducir los experimentos se utilizó un diseño en bloques completos al azar con tres repeticiones. Los tratamientos fueron una combinación de nutrientes, de forma de agregar sucesivamente azufre, (15 kg de S/ha), potasio (100 kg de K/ha) y zinc (0,1 kg de Zn/ha) a una fertilización de N y P de 150 y 20 kg respectivamente. Las fuentes fertilizantes utilizadas fueron superfosfato triple de calcio (0-20-0), Urea (46-0-0), sulfato de calcio (0-0-0-18S), cloruro de potasio (0-0-0-50K) y zinc organoquelatado (0-0-0-10Zn) agregado sobre semilla.

Resultados y discusión

Las precipitaciones fueron contrastantes en los tres ciclos. Durante el primer año de ensayos (2006/07) el ambiente fue muy favorable, siendo el registro pluviométrico para los cinco meses señalados cercano a la media anual de la localidad. A pesar de la abundancia de lluvias, el número de días nubla-

Autores: (Orden alfabético): C Álvarez, H. Barosela, M. Barraco, A. Bojorge, J.J. Cavo, E. Cassina, L. Couretot, G. Ferraris, E. Lemos, M. López de Sabando, A. Martín, F. Mousegne, A. Paganini, A. Pereyro, R. Pontoni, C. Scianca, L. Torrens Baudrix, R. Solá, G. Tellería, L. Ventimiglia.



Figura 2.A

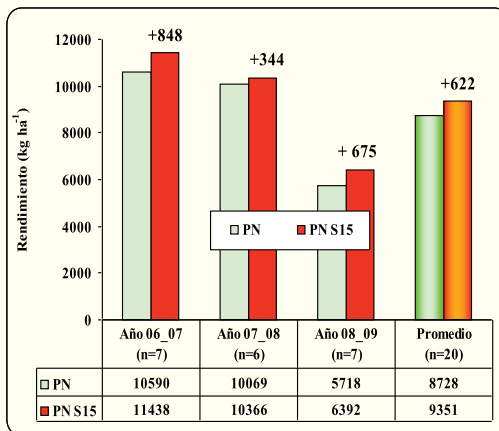


Figura 2.B

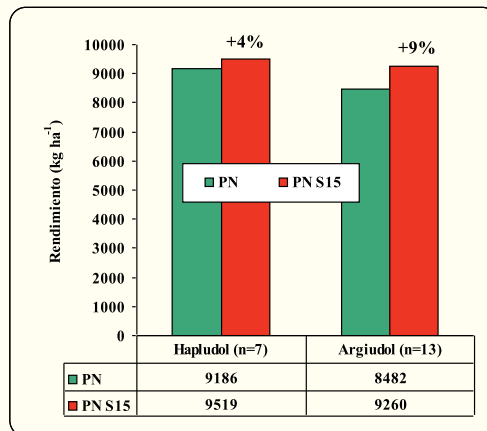


Figura 2.C

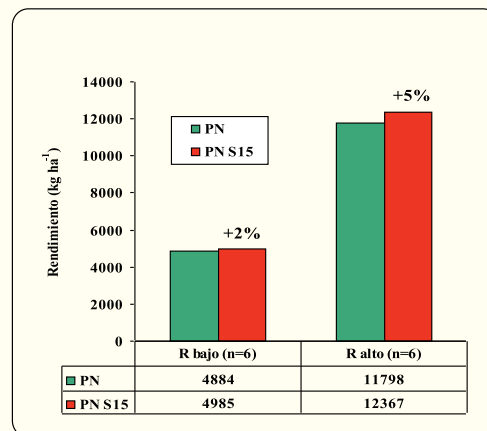


Figura 2: Respuesta a Azufre (S), separada por a) campaña, b) tipo de suelo y c) nivel de rendimiento. La respuesta se calculó con la diferencia entre PNS y PN. La cifra sobre las columnas representa la diferencia de rendimiento entre ambos tratamientos.

dos y de baja insolación fue muy limitado. Durante la segunda campaña (2007/08), las precipitaciones fueron sensiblemente menores. En promedio, la disminución interanual con la campaña anterior alcanzó durante el ciclo los 150 mm, lo cual ocasionó una reducción moderada en los rendimientos. Por último, en 2008/09 se registró un déficit hídrico muy severo que afectó el rendimiento en todas las localidades excepto en dos de ellas (Wheelwright y Henderson).

Los resultados de los tratamientos de fertilización indican que en los ensayos, el azufre fue el nutriente que permitió alcanzar los mayores incrementos de rendimiento, siendo la respuesta media de 622 kg/ha. Las diferencias por el agregado de este nutriente a la base de N y P fueron significativas en 5 de los 20 sitios/año, pero en otras cuatro, si bien la respuesta a S no fue significativa fue sí importante en términos cuantitativos, superando a la diferencia media observada en la red.

En la Figura 2 se presenta los rendimientos de las parcelas testigo y fertilizadas con S, separados por año (Figura 2.a), tipo de suelo (2.b) y nivel de rendimiento (2.c). El S es un nutriente móvil cuya respuesta se incrementa al aumentar la demanda, la cual a su vez se relaciona positivamente con los rendimientos medios. Esto explica el mayor nivel de respuesta observado en la campaña 2006/07, climáticamente más favorable, y en los ambientes de rendimiento alto. Además, se observó mayor respuesta en suelos Argiudoles, con respecto a los Hapludoles. Esto podría deberse a la mayor historia agrícola de los primeros, con menores niveles de materia orgánica lábil, principal fuente de suministro de azufre a los cultivos.

La presente red evaluó la respuesta a N y S, aunque aquí no se incluya el análisis de N. Ambos tienen como reservorio la MO del suelo, son móviles en el perfil y cumplen funciones similares en los vegetales. No es arriesgado suponer entonces que la respuesta a su agregado se asocie de manera directa.

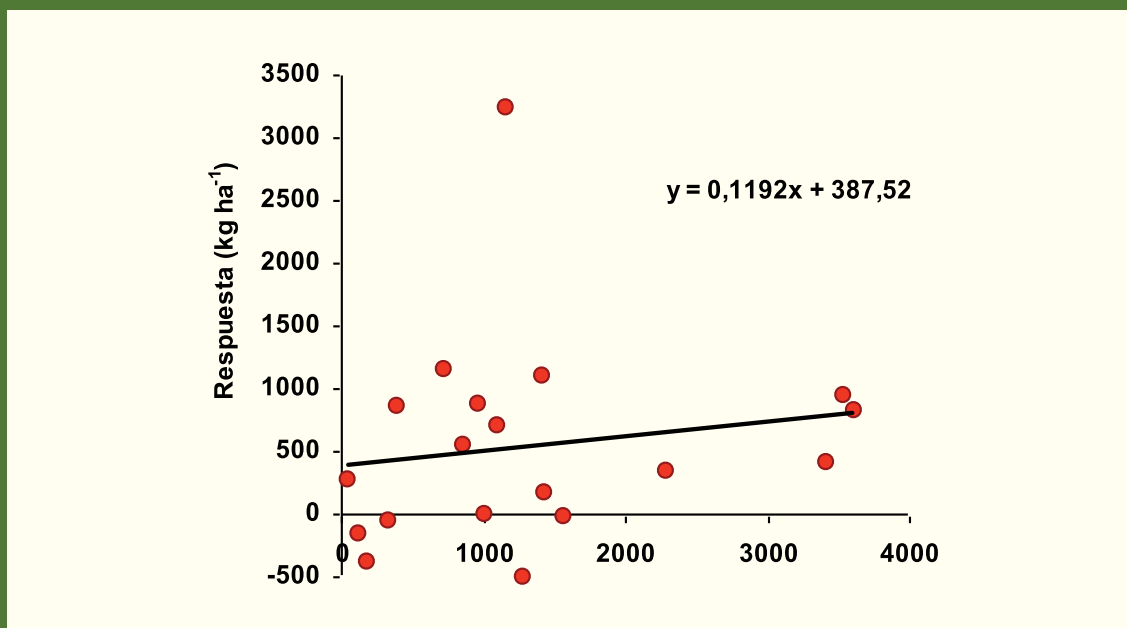


Figura 3: Relación entre respuesta a Azufre (S) y Nitrógeno (N). Red de fertilización en Maíz, EEAs Pergamino y General Villegas, campañas 2006/07, 2007/08 y 2008/09.

Figura 4.A

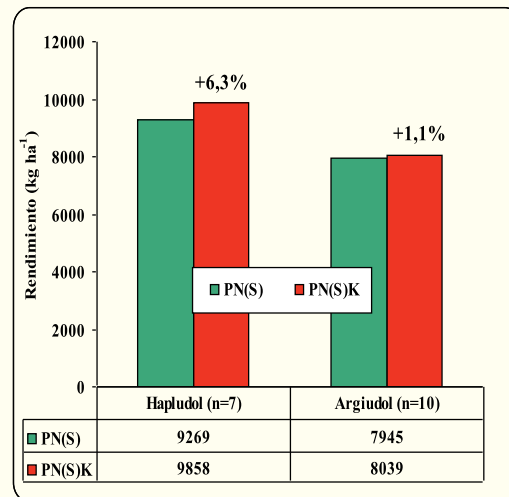
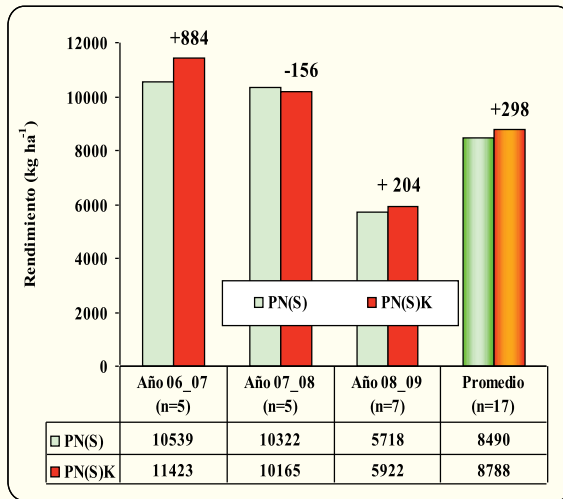
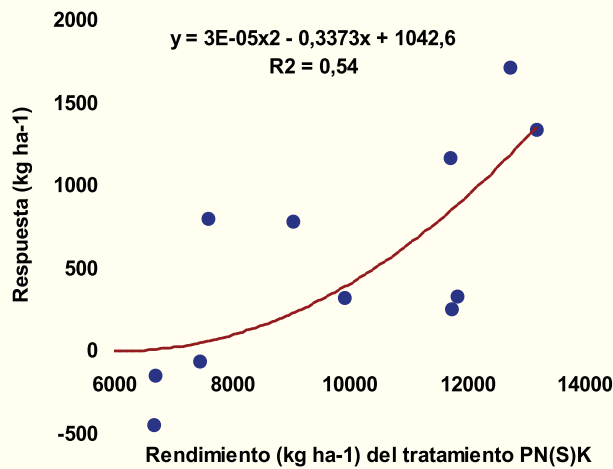


Figura 4.B

Figura 4: Respuesta a Potasio (K) separada por a) campaña y b) tipo de suelo. La respuesta se calculó con la diferencia entre PNSK y PNS. La cifra sobre las columnas representa la diferencia absoluta o porcentual de rendimiento entre ambos tratamientos.



Nivel de rendimiento (kg/ha)	Respuesta esperable (kg/ha)
7000	152
8000	264
9000	437
10000	670
12000	1315
14000	2200

Figura 5: Relación entre respuesta a Potasio (K) y rendimiento del tratamiento fertilizado con NP(S) K aplicado al voleo a la siembra del cultivo. Se retiraron del análisis los sitios Pergamino (2007) y 9 de Julio (2007), con respuesta negativa sin explicación aparente. La tabla adjunta indica la respuesta esperable a K para cada nivel de rendimiento, considerando la función inserta en la figura.



Figura 6.A

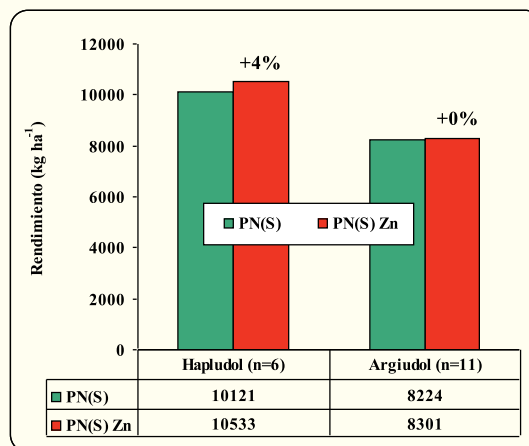
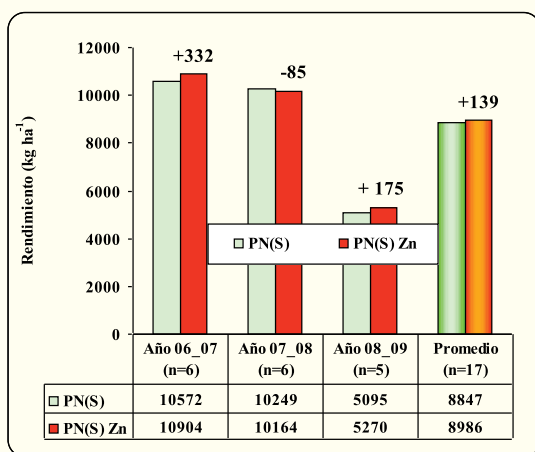


Figura 6.B

Figura 6: Respuesta a Zinc (Zn) como tratamiento de semilla separada por a) campaña y b) tipo de suelo. La respuesta se calculó con la diferencia entre PNSZn y PNS. La cifra sobre las columnas representa la diferencia absoluta o porcentual de rendimiento entre ambos tratamientos.

Si bien el ajuste no fue elevado, se determinó 1 kg de respuesta a S por cada incremento de 8,4 kg de respuesta a N (Figura 3).

La respuesta al potasio K fue significativa en 3 de las 17 localidades en que fuera evaluado, (9 de Julio, General Villegas y Junín). Además, fue cuantitativamente importante en Mercedes (2006, 2008) y en Junín (2008). Los sitios con respuesta significativa se caracterizaron por poseer textura francoarenosa y alto nivel de rendimiento (Figura 4).

Por otra parte, la respuesta al potasio dependió del nivel de rendimiento, (Figura 5), que explica que ante una mayor demanda de K por el cultivo, es po-

sible que el suelo no logre abastecerlo en ausencia de fertilización, aún con un contenido suficiente de K asimilable.

Numerosas experiencias en la región han posicionando al Zn como uno de los nutrientes no tradicionales con mayor expectativa de respuesta en maíz. Sin embargo, en este estudio, solo se observaron respuestas en el primer año, y sobre suelos Hapludoles (Figura 6). Estadísticamente, los incrementos por Zn fueron significativos en 3 de 17 sitios, (Chivilcoy, La Trinidad y 9 de Julio) y no significativos pero importantes en otras dos localidades, (Mercedes y Chivilcoy 2), todas localizadas en el centro-oeste de la región.



Conclusiones

Los resultados obtenidos evidencian deficiencias moderadas de azufre y respuestas estables a su aplicación dentro del programa de fertilización. El mayor nivel de rendimiento y la demanda que genera de su aporte adicional, sumado a la historia bajo cultivo permanente parecieran más importantes que el nivel de disponibilidad en el suelo, para ambientes agrícolas del Norte, Centro y Oeste de Buenos Aires.

Los cultivos de maíz mostraron respuestas incipientes al potasio y al zinc que indican la necesidad de monitorear en busca de ambientes potencialmente deficitarios, más que la recomendación de aplicarlos en forma generalizada. Además de los análisis de suelo, los rendimientos esperados y otras variables serían de utilidad como indicadores de diagnóstico de fertilización con estos nutrientes.