



**FERTILIZACIÓN DE MAÍZ: EXISTEN DEFICIENCIAS DE AZUFRE, POTASIO Y ZINC
EN EL NORTE –CENTRO Y OESTE DE BUENOS AIRES?
RESULTADOS DE TRES AÑOS DE ENSAYOS
Campañas 2006/07, 2007/08 y 2008/09**

*** Preparación del informe:** Ings. Agrs. Gustavo N. Ferraris y Fernando Mousegne

Autores: (Orden alfabético): Ings Agrs C Alvarez, 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. INTA EEA Pergamino y General Villegas.

Introducción

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 (García, 2004). 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 es 1. 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 y 2. 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. La ubicación geográfica se presenta en la Figura 1.

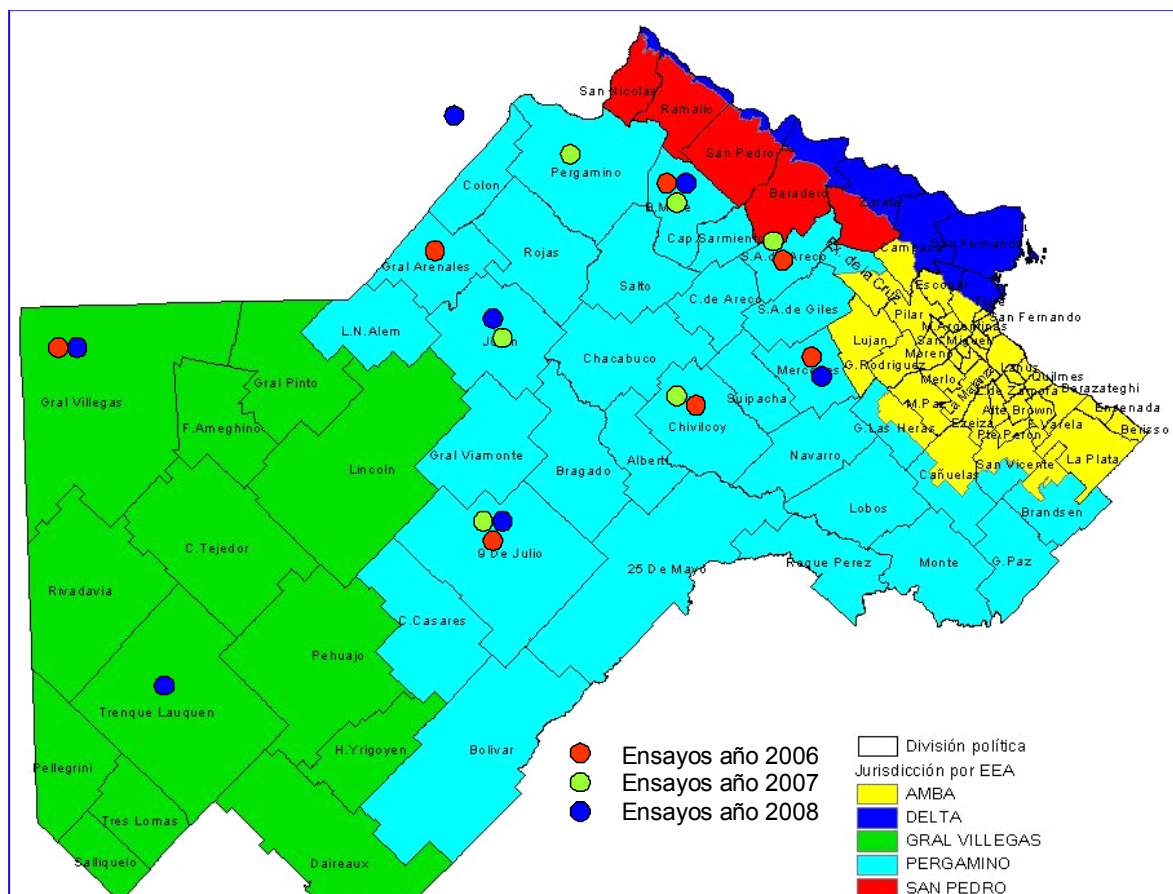


Figura 1: Localización geográfica de los sitios experimentales. Se indica el año de siembra del ensayo. Red de fertilización en Maíz. Proyecto Regional Agrícola-CRBAN.

Para conducir los experimentos se utilizó un diseño en bloques completos al azar con tres repeticiones. Los tratamientos evaluados se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1: Tratamientos evaluados. Red de fertilización en Maíz, EEA's Pergamino y General Villegas, campañas 2006/07, 2007/08 y 2008/09.

Tratamiento	Dosis P kg/ha	Dosis N kg/ha	Dosis S kg/ha	Dosis K kg/ha	Dosis Zn l/ha
T1	20 banda	150	—	—	—
T2	20 banda	150	15	—	—
T3	20 banda	150	15	100	—
T4	20 banda	150	15	100	0,1

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

a) Condiciones climáticas de las campañas

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 nublados 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, con excepción de Wheelwright (estrés moderado) y Henderson (presencia de napa).

b) Resultados de los ensayos

El S fue el nutriente que permitió alcanzar los mayores incrementos de rendimiento, siendo la respuesta media de 622 kg ha⁻¹. Las diferencias entre PSN y PN fueron significativas (P<0,05) en 5 (20) sitios. En las localidades de Arrecifes, La Trinidad, Pergamino (año 2006) y Chivilcoy (año 2007) la respuesta a S no fue significativa pero 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 (Ferraris et al., 2007.a). 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, lo cual trae aparejado una caída en los niveles de MO labil, principal fuente de suministro de S a los cultivos.

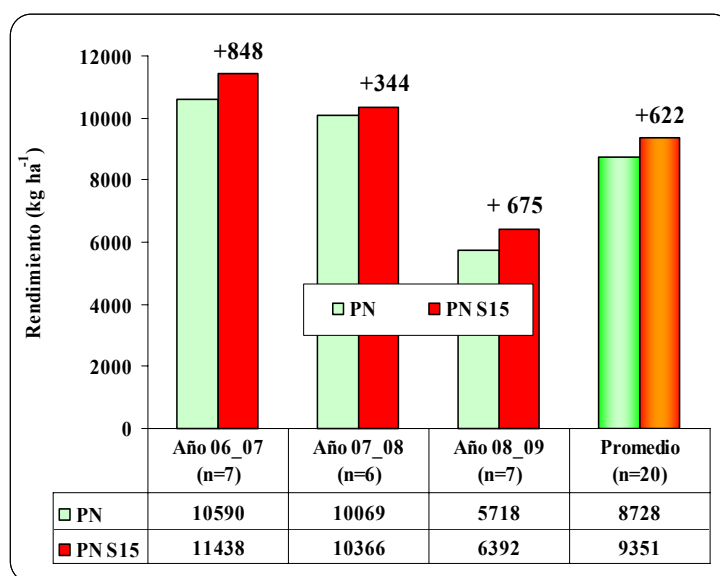


Figura 2.a

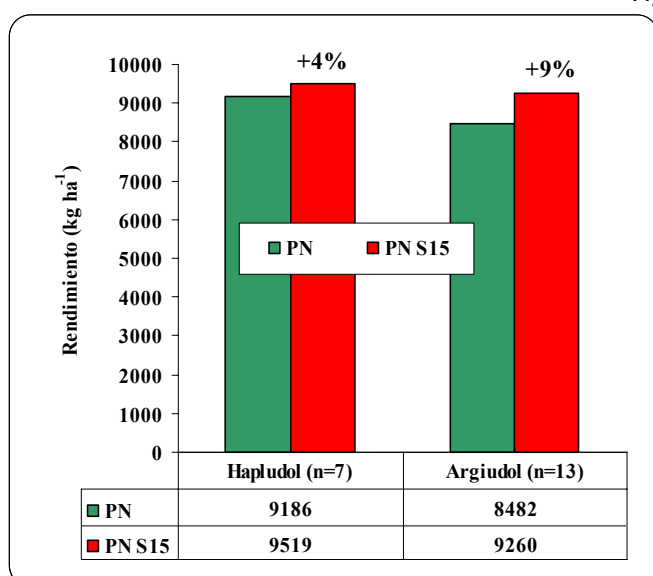


Figura 2.b

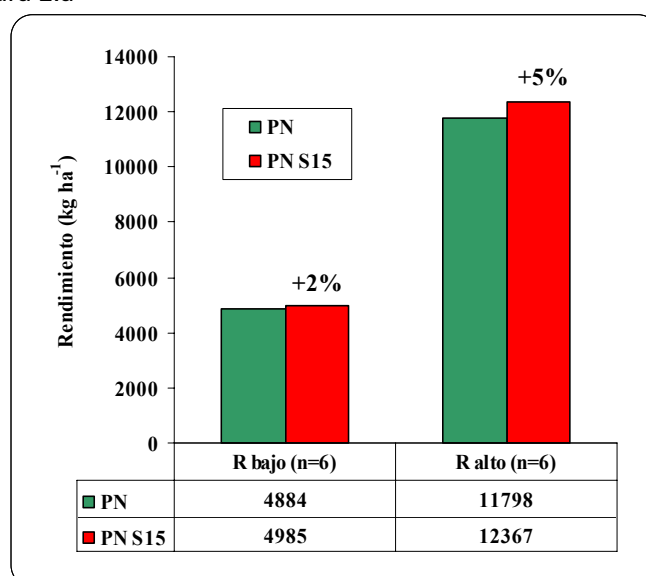


Figura 2.c

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.

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.

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).

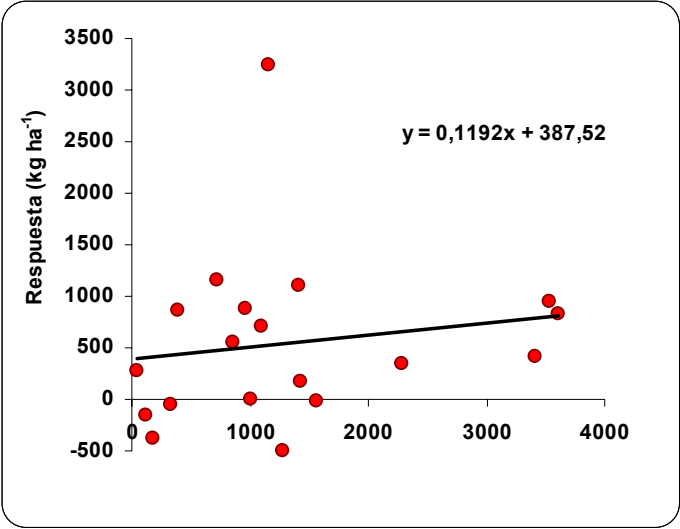


Figura 3: Relación entre respuesta a Azufre (S) y Nitrógeno (N). Red de fertilización en Maíz, EEAs Pergamino y General Villegas, campañas 2006/07, 2007/08 y 2008/09.

La respuesta a K fue significativa en 3 de las 17 localidades en que fuera evaluado, siendo estas 9 de Julio, General Villegas y Junín. Además, fue cuantitativamente importante en la localidad de Mercedes (2006, 2008) y en Junín (2008). Los sitios con respuesta significativa se caracterizaron por poseer textura franco-arenosa y alto nivel de rendimiento (Figura 4).

Por otra parte, si se retiran del análisis dos sitios con respuesta negativa importante y, a la vez, poco explicable, se observa una asociación positiva entre la respuesta a K y el rendimiento del tratamiento (Figura 5). Ante una elevada demanda por parte del cultivo, es posible que el suelo no logre abastecerlo en ausencia de fertilización, aún conteniendo una dotación suficiente de K. Una tendencia en igual sentido observaron Salvagiotti et al., (2006), en una red con diferencias significativas en sólo 1 (19) sitios. Dada la escasa información disponible en esta temática, esta hipótesis deberá ser testeada antes de recomendar aplicaciones generalizadas del nutriente.

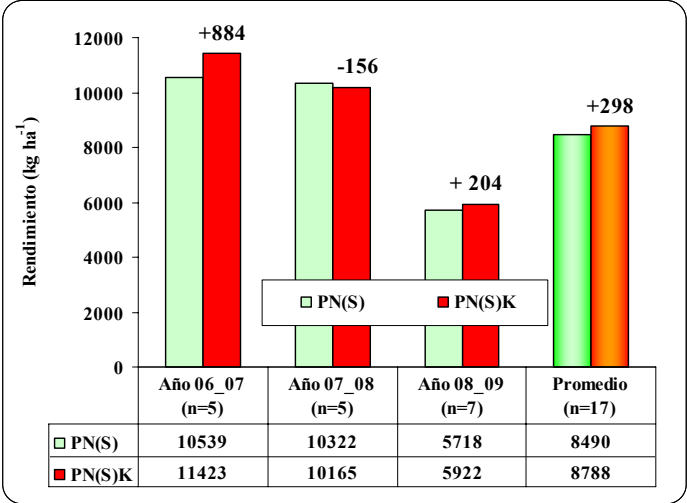
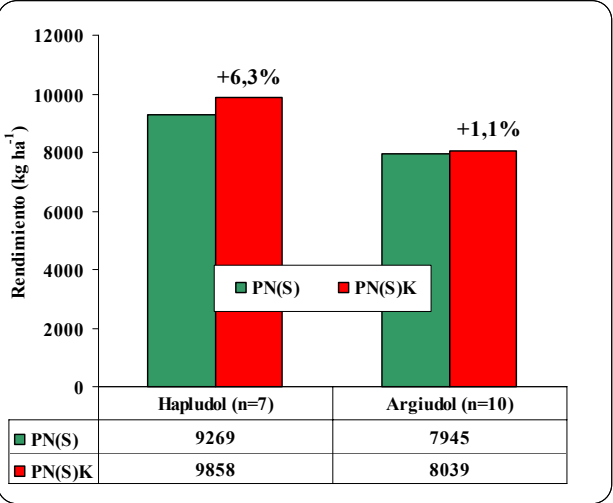


Figura 4.a

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.



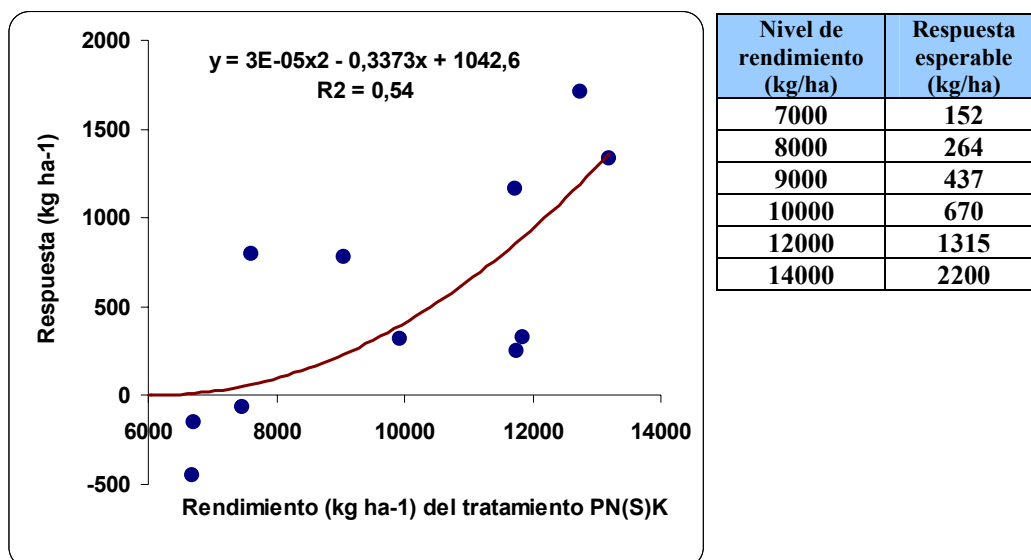


Figura 5: Relación entre respuesta a Potasio (K) y rendimiento del tratamiento fertilizado con NP(S)K aplicado al voleo a la siembra del cultivo. Se retiraron del análisis los sitios Pergamino (2007) y 9 de Julio (2007), con respuesta negativa sin explicación aparente. La tabla adjunta indica la respuesta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

Numerosas experiencias en la región han posicionando al Zn como uno de los nutrientes no tradicionales con mayor expectativa de respuesta en maíz (Ferraris et al., 2007). Sin embargo, en la presente red quedó confinada al primer año de ensayos, y sobre suelos Hapludoles (Figura 6). Estadísticamente, los incrementos por Zn fueron significativos ($P < 0,05$) en 3 (17) sitios, localizados preferentemente en el centro-oeste de la región: Chivilcoy, La Trinidad y 9 de Julio. Además, se observó una diferencia de rendimiento por sobre el promedio en Mercedes y Chivilcoy 2.

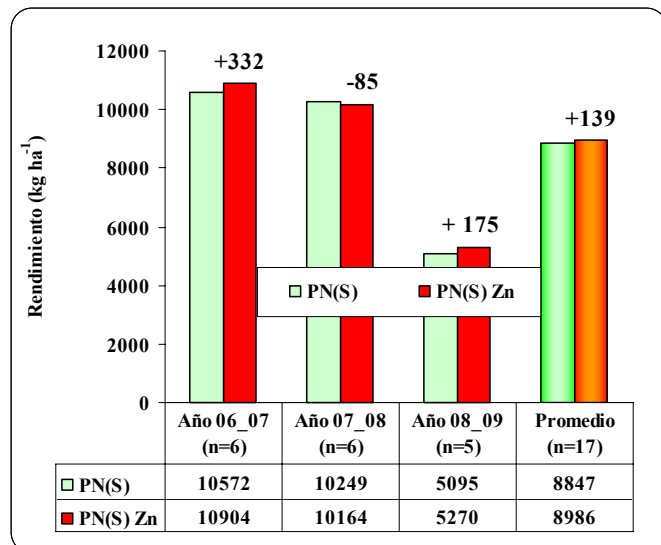


Figura 6.a

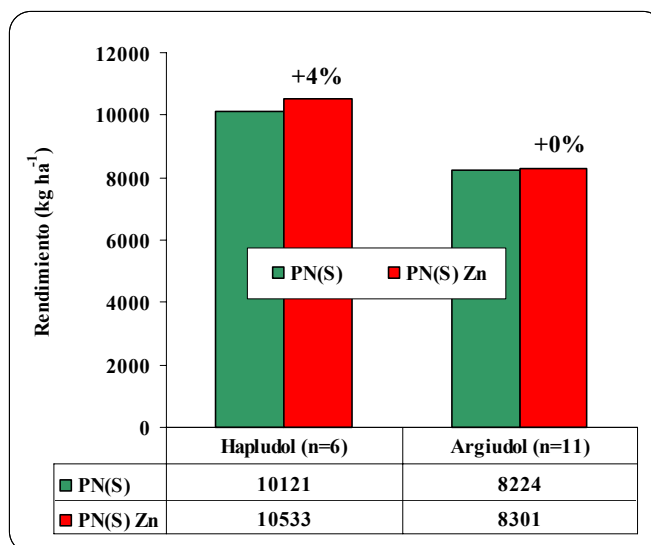


Figura 6.b

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.

Conclusiones

Los resultados obtenidos evidencian deficiencias moderadas de S y respuestas estables a su aplicación. El nivel de rendimiento y la demanda que esto genera sumado a la historia bajo cultivo permanente parecieran más importante que su nivel en el suelo, para ambientes agrícolas del Norte, Centro y Oeste de Buenos Aires.

K y Zn mostraron respuestas incipientes que indican la necesidad de su monitoreo en busca de ambientes potencialmente deficitarios, más que la recomendación de aplicarlos en forma generalizada. Mientras tanto, algunas de las variables evaluadas parecieran ser de utilidad como indicadores de diagnóstico.

Bibliografía:

-  Ferraris, G., L. Couretot, F. Mousegne, M. López de Sabando, R. Pontoni y R. Solá. 2007 .a. Evaluación de diferentes dosis y momentos de aplicación de nitrógeno y su interacción con el azufre utilizando fuentes líquidas en Maíz, en el norte de Buenos Aires. En: Maíz. Experiencias en Fertilización y Protección en el cultivo de Maíz. Campaña 2007. CERBAN. Áreas de Desarrollo Rural EEA INTA Pergamino y General Villegas. pp 136-146.
-  Ferraris, G., L. Couretot y J.C. Ponsa. 2007. b. Respuesta del maíz a la fertilización complementaria. En: Actas Simposio de Tecnología de la Fertilización. Avances en el manejo de los fertilizantes. AACs-FAUBA, Buenos Aires. CD-Rom. 6 pp.
-  García, F. 2004. Fertilizers to sustain the production of 100 million tonnes of grain in Argentina Presented at the 6ª Conference "Fertilizantes Cono Sur" organized by British Sulphur Pub. – Punta del Este, Uruguay – 21-23.November 2004.
-  Salvagiotti, F., G. Ferraris, F. Gutiérrez Boem, P. Prystupa, L. Couretot y D. Dignani. 2006. Fertilización de maíz en norte de Buenos Aires y sur de Santa Fe: I- Efectos del potasio. XX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Salta – Jujuy 2006. 5pp.