



Proyecto Regional Agrícola Desarrollo Rural INTA PERGAMINO

FERTILIZACIÓN AZUFRADA EN MAIZ EVALUACIÓN DE LA RESPUESTA DEL CULTIVO Y ANÁLISIS DE METODOLOGÍAS DE DIAGNOSTICO DE LA FERTILIZACIÓN AZUFRADA Reporte de los primeros dos años de ensayos

Gustavo Ferraris¹
Flavio Gutiérrez Boem¹
Pablo Prystupa²
Fernando Salvagiotti³
Lucrecia Couretot¹

INTRODUCCIÓN

Los altos niveles de extracción de nutrientes de los cultivos asociado a la baja reposición de los mismos, ha generado balances de nutrientes negativos en los sistemas de producción de la región pampeana (Cruzate y Casas, 2003). En el cultivo de maíz, la principal gramínea de verano, la respuesta a la fertilización con nitrógeno es generalizada. Sin embargo en los últimos años diversos investigadores han observado incrementos en los rendimientos del cultivo de maíz por la aplicación de azufre (S) en el sur de la Provincia de Santa Fe y norte de Buenos Aires.

La principal limitante para un uso racional de la fertilización azufrada en este y otros cultivos es la falta de un método de diagnóstico en el cual basar una recomendación de fertilización. Los mismos deben ser rápidos, reproducibles, confiables y de bajo costo. La decisión de fertilización con azufre se basa actualmente en el uso conjunto de características del lote tales como el contenido de materia orgánica, la estabilidad estructural, la historia agrícola, el grado de erosión del suelo, la cantidad de años en siembra directa o la historia de fertilización del lote (Martínez y Cordone, 1998; Vilche et al., 2002).

Hasta el momento no se ha podido encontrar un indicador en el suelo que permita predecir la respuesta de los cultivos a la fertilización con azufre. Existen distintas metodologías que miden la disponibilidad de sulfatos y caracterizan distintas fracciones del azufre disponible para el cultivo en el suelo como por ejemplo i) acetato de amonio, ii) cloruro de potasio calentado a 40°C o iii) fosfato diácido de potasio (Lisle et al, 1994). Sin embargo, estas determinaciones no se asociaron consistentemente con la respuesta en el cultivo de soja (Ferraris et al, 2002), y los estudios preliminares durante el primer año de esta red, tampoco encontraron ajustes con la respuesta del cultivo de maíz (Ferraris et al, 2004).

(1) Técnicos de Desarrollo Rural INTA E.E.A. Pergamino

(2) Técnicos de la Cátedra de Fertilidad y Fertilizantes, Facultad de Agronomía, U.B.A.

(3) EEA INTA Oliveros

Debido a que las metodologías de determinación en el suelo, previo a la siembra del cultivo no han sido auspiciosas, la identificación de lotes con y sin respuesta a la fertilización con azufre en base al análisis del grano a cosecha surge como una metodología promisoría para segregar lotes que responden a la fertilización con azufre (Hitsuda et al, 2004), que necesita ser calibrada en condiciones de campo en región pampeana.

Los objetivos de esta investigación fueron:

1. Cuantificar la magnitud de la respuesta a la fertilización con azufre en el cultivo de maíz en diferentes condiciones ambientales de la región pampeana.
2. Determinar la dosis de azufre necesaria para satisfacer los requerimientos del cultivo de maíz.
3. Identificar asociaciones entre distintos indicadores de suelo y la respuesta del cultivo de maíz a la fertilización azufrada.
4. Evaluar el contenido de nitrógeno y azufre en grano como posible indicador de sitios deficientes en azufre.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron trece experimentos de campo en dos campañas, siete durante 2003/04 y seis en el ciclo 2004/05, distribuidos desde el centro-sur de Santa Fe hasta el centro de Buenos Aires. Las características salientes de los sitios experimentales se describen en la Tabla 1. Por su parte, el manejo realizado en los respectivos ensayos se presenta en la Tabla 2.

Nº	Localidad	Año	Depto. Partido	Provincia	Sistema de Labranza	Años Agricultura	Tipo de suelo	Serie de suelo
1	San Jerónimo	2003	San Jerónimo	Santa Fe	SD	> 50	Argiudol vértico	Roldán
2	Monje	2003	San Jerónimo	Santa Fe	SD	> 30	Argiudol típico	Maciel
3	Oliveros	2003	San Lorenzo	Santa Fe	SD	> 10	Argiudol típico	Maciel
4	Wheelwright	2003	General López	Santa Fe	SD	> 20	Argiudol típico	Hughes
5	Arroyo Dulce	2003	Salto	Bs As	SD	> 20	Argiudol típico	Arroyo Dulce
6	El Dorado	2003	L.N. Alem	Bs As	LC	1	Hapludol típico	
7	Junín	2003	Junín	Bs As	SD	> 20	Hapludol típico	Junin
8	San Jerónimo II	2004	San Jerónimo	Santa Fe	SD	>30	Argiudol vértico	Peyrano
9	Aldao	2004	San Lorenzo	Santa Fe	SD	>20	Argiudol típico	Maciel
10	Wheelwright II	2004	General López	Santa Fe	SD	> 20	Argiudol típico	Hughes
11	Pergamino	2004	Pergamino	Bs As	SD	> 20	Argiudol típico	Pergamino

12	Junín II	2004	Junín	Bs As	SD	>20	Hapludol típico	Junin
13	O'Higgins	2004	Junín	Bs As	LC	10	Argiudol típico	O'Higgins

Tabla 2: Manejo efectuado en los sitios experimentales.

Nº	Localidad	Cultivar	Fecha de siembra	Cultivo antecesor	Densidad de siembra sem ha ⁻¹	Distancia entre surcos m	Fecha de Cosecha
1	San Jerónimo	Cargill 280	11-set	Soja 1ra	80000	0,70	26-mar
2	Monje	NK 940	11-set	Soja 1ra	80000	0,70	18 – feb
3	Oliveros	NK Siroco TDMax	23-set	Soja 1ra	70000	0,525	23 - mar
4	Wheelwright	Dekalb 682 MG CL	10-oct	Soja 1ra	80000	0,70	3-mar
5	Arroyo Dulce	Nidera Ax 840	29-sep	Soja 1ra	80000	0,525	20-feb
6	El Dorado	Pioneer 32G63	14-oct	Soja 1ra	72000	0,70	10-mar
7	Junín	Pioneer 30R76	14-oct	Maíz	80000	0,70	27-feb
8	San Jerónimo II	AW 190	8-sep	Soja 1ra	80000	0.525	22-Feb
9	Aldao	H 2750	9-sep	Soja 1ra	80000	0.525	3-Mar
10	Wheelwright II	Dekalb 696 MG MAV	7-sep	Trigo/Soja	80000	0,70	14-feb
11	Pergamino	Nidera Ax 882	14-sep	Soja 1ra	80000	0,525	15-feb
12	Junín II	Pioneer 30R76	22-sep	Trigo/Soja	76900	0.52	15-mar
13	O'Higgins	Dekalb 752 MG CL R5	28-sep	Cebada/Soja	70000	0.70	24-feb

Los tratamientos correspondieron a la aplicación a la siembra de tres dosis de S, contrastados con un testigo sin fertilización:

1. **S0:** Testigo sin agregado de S
2. **S1:** 7,5 kg S ha⁻¹ como yeso aplicados al voleo
3. **S2:** 15 kg S ha⁻¹ como yeso aplicados al voleo.
4. **S3:** 30 kg S ha⁻¹ como yeso aplicados al voleo.

Con el objeto de evitar que otros nutrientes limiten al rendimiento, todos los tratamientos fueron fertilizados con 150 kg ha⁻¹ de nitrógeno y 30 kg ha⁻¹ de fósforo a la siembra. El diseño fue en bloques completos aleatorizados con cuatro repeticiones.

Mediciones efectuadas:

En el suelo: Previo a la siembra, sobre una muestra de 0-20 cm se determinó pH y los contenidos de nitratos, materia orgánica, fósforo disponible y sulfatos. El contenido de sulfatos se determinó utilizando tres extractantes (acetato de amonio, cloruro de potasio y fosfato diácido de potasio) durante el primer año y, ante la falta de correlación entre los valores observados y la respuesta a la fertilización, en el segundo año sólo se efectuaron extracciones con acetato de amonio, método que demostró cierta asociación con la respuesta a la fertilización en soja (Ferraris et al., 2003). También en esta profundidad se realizó un fraccionamiento textural. De 20 a 40 cm y de 40 a 60 cm se determinó el contenido de sulfatos utilizando acetato de amonio. Se determinó humedad a la siembra, y se realizó un balance hídrico a partir de las precipitaciones locales y la evapotranspiración del ensayo calculada con el programa Yacu 1.1 (EEA INTA Pergamino).

En el cultivo: Se determinó el rendimiento de grano de las parcelas mediante cosecha manual y trilla estacionaria de las muestras, así como sus componentes, número y peso de granos. Los datos de rendimiento fueron ajustados a 13,5 % de humedad. Para la interpretación de los resultados se utilizaron análisis de varianza, comparaciones de medias y análisis de regresión.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de los análisis de suelo se detallan en las Tablas 3 y 4

Tabla 3: Análisis de suelo a la siembra. Valores promedio de cuatro repeticiones. Campaña 2003/04

Sitio	Prof. cm	MO WB %	P Bray1 ppm	K AcNH ₄ ppm	pH	N-NO ₃ ppm	S-SO ₄ K ₂ PO ₄ ppm	S-SO ₄ AcNH ₄ ppm	S-SO ₄ KCl40C ppm
San Jerónimo	0-20	2,93	13,2	449	5,6	6,3	16,1	13,5	7,9
	20-40							14,9	
	40-60							23,0	
	0-60							17,1	
Monje	0-20	2,20	11,8	507	5,7	7,0	6,0	8,2	8,6
	20-40							5,3	
	40-60							3,9	
	0-60							5,8	
Oliveros	0-20	1,98	21,1	536	5,5	6,4	4,7	5,7	7,0
	20-40							4,0	
	40-60							4,9	
	0-60							4,9	
Wheelwright	0-20	2,25	6,3	595	6,2	2,2	10,3	12,5	9,7
	20-40							11,9	
	40-60							7,3	
	0-60							10,6	
Arroyo Dulce	0-20	1,68	7,3	566	5,9	8,4	3,3	5,3	4,3
	20-40							1,6	
	40-60							1,6	
	0-60							2,8	

El Dorado	0-20	3,20	11,4	663	5,6	13,9	10,3	12,0	4,9
	20-40							10,6	
	40-60							7,5	
	0-60							10,0	
Junín	0-20	3,00	11,9	692	5,6	15,4	10,5	8,0	4,7
	20-40							6,0	
	40-60							6,3	
	0-60							6,8	

Tabla 4: Análisis de suelo a la siembra. Valores resultantes de una muestra proveniente de las cuatro repeticiones. Campaña 2004/05

	Prof. Cm	MO WB %	P Bray1 ppm	K AcNH ₄ ppm	pH	N-NO ₃ ppm	S-SO ₄ AcNH ₄ ppm
San Jerónimo II	0-20	2,8	7,2	585	5,8	1,3	7,2
	20-40					1,3	7,8
	40-60					5,6	8
	0-60						7,7
Aldao	0-20	2,7	9,3	546	5,6	12,9	7
	20-40					6,6	5,7
	40-60					4,7	4,8
	0-60						5,8
Wheelwright II	0-20	3,5	10,1	585	5,9	12,4	12
	20-40					6,1	5,6
	40-60					3,1	5,3
	0-60						7,6
Pergamino	0-20	2,8	5,2	569	5,8	9,5	7,6
	20-40					6,1	7,6
	40-60					3	5
	0-60						6,7
Junín II	0-20	2,4	6	566	5,4	8,8	8,9
	20-40					6,6	6,4
	40-60					5,6	6,8
	0-60						7,4
O'Higgins	0-20	2,4	4,9	663	5,5	10	10,6
	20-40					6	7,9
	40-60					7,3	6,2
	0-60						8,23

Por su parte, en la Tabla 5 se presentan los resultados del fraccionamiento textural realizado sobre muestras superficiales de suelo:

Tabla 5: Fraccionamiento textural sobre muestras de 0-20 cm de profundidad			
	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)
San Jerónimo	4,6	79,0	16,4
Monje	5,9	81,8	14,4
Oliveros	5,0	78,8	16,2
Wheelwright	16,7	67,2	16,0
Arroyo Dulce	23,1	58,0	19,0
El Dorado	47,7	44,3	8,0

Junín	44,2	41,4	14,4
San Jerónimo II	2,0	78,6	19,4
Aldao	0,4	79,6	20,0
Wheelwright II	17,9	59,5	22,6
Pergamino	14,3	63,9	21,8
Junín II	57,2	29,8	13,0
O'Higgins	15	42,2	42,7

Los valores de S-sulfatos determinados durante ambas campañas son similares entre sí, e inferiores a los observados en una red de fertilización azufrada en Soja realizada por nuestro grupo de trabajo (Ferraris et al., 2003). Esto se debería al momento de muestreo, ya que estos análisis fueron realizados en setiembre-octubre, cuando el suelo presenta menor temperatura y un barbecho más corto que daría lugar a una menor acumulación de S-sulfatos respecto de los análisis realizados para Soja en el mes de noviembre.

Efecto sobre los rendimientos en cada sitio experimental (2004/05)

De los 6 sitios que abarcó la red esta campaña se observaron respuestas significativas al agregado de azufre en 2 sitios (Wheelwright y Junin) (Tabla 6). En ambos sitios el aumento del rendimiento fue de alrededor de 1000 kg ha⁻¹, representando un aumento del rendimiento del 10%. En ambos sitios se alcanzó el rendimiento máximo con la dosis más baja de azufre (7.5 kg S ha⁻¹). La respuestas observadas este año estuvieron dentro del rango de respuestas observadas el año anterior (700 – 2300 kg ha⁻¹).

Tabla 6: Efecto del agregado de azufre sobre el rendimiento (ANOVA para cada sitio)						
Sitio	8	9	10	11	12	13
Localidad	San Jerónimo	Aldao	Wheelwright	Pergamino	Junin	O'Higgins
Testigo	13919	11203	7715	12954	9263	8031
S 7.5	14156	11459	8686	12030	10300	9188
S 15	14714	11298	8182	12851	10066	8250
S 30	14130	11641	8796	13196	10252	9080
Efecto de tratamiento (valores de <i>p</i>)	0.63	0.69	0.09	0.32	0.01*	0.43
CV %	6.2	4.7	7.0	6.8	3.9	13.5
kg ha ⁻¹	Respuesta al agregado de 30 kg S ha ⁻¹					
	210	438	1081	242	990	1049
%	1.5	3.9	14.0	1.9	10.7	13.1

* Los valores de *p* en negritas indican efectos significativos (*p*<0.05) o tendencia (*p*<0.10) al agregado de azufre

Dosis de azufre y rendimiento en todos los sitios (2 años)

Las figuras 1 y 2 muestran los rendimientos en todos los sitios en las dos campañas que lleva esta red. Se observaron respuestas a la fertilización azufrada en seis de los trece experimentos realizados. Sólo en uno de los sitios la caída en los

rendimientos por no fertilizar fue superior al 15% (sitio 4), siendo en el resto de los casos de alrededor del 10 %. Esto indica que las deficiencias de azufre que sufrió el cultivo en la mayoría de los sitios con respuesta fueron moderadas.

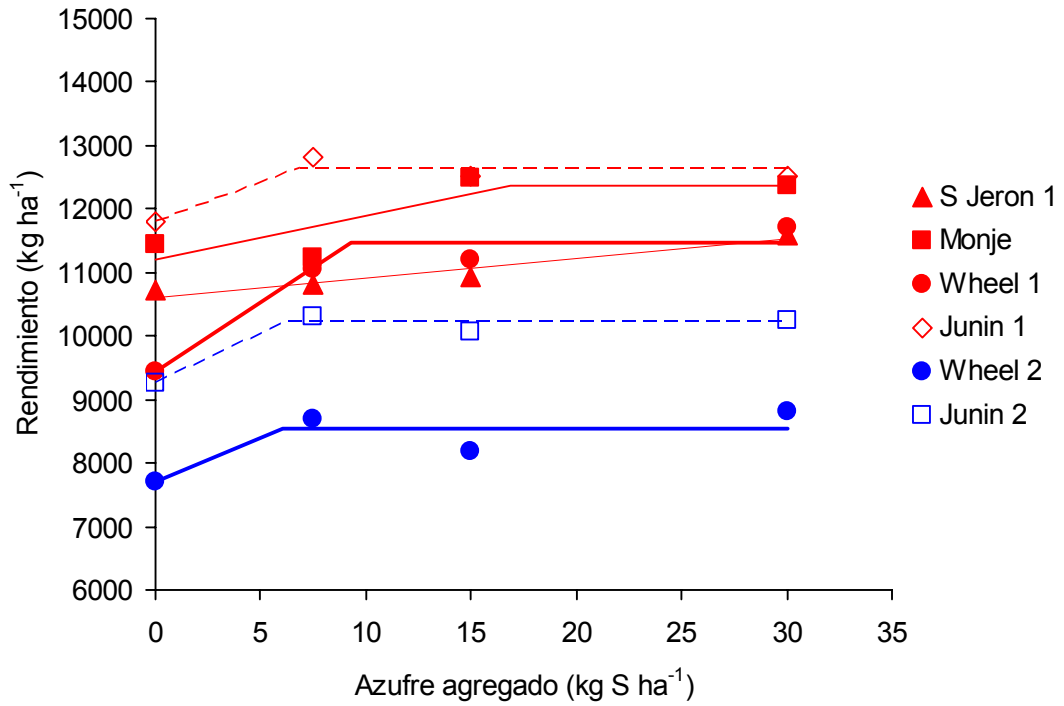


Figura 1: Rendimiento en función de la dosis de azufre en los sitios experimentales donde el agregado de azufre aumentó significativamente los rendimientos (años 2003 y 2004). Símbolos rojos año 2003/04, azules año 2004/05, símbolos llenos Santa Fe, vacíos Buenos Aires.

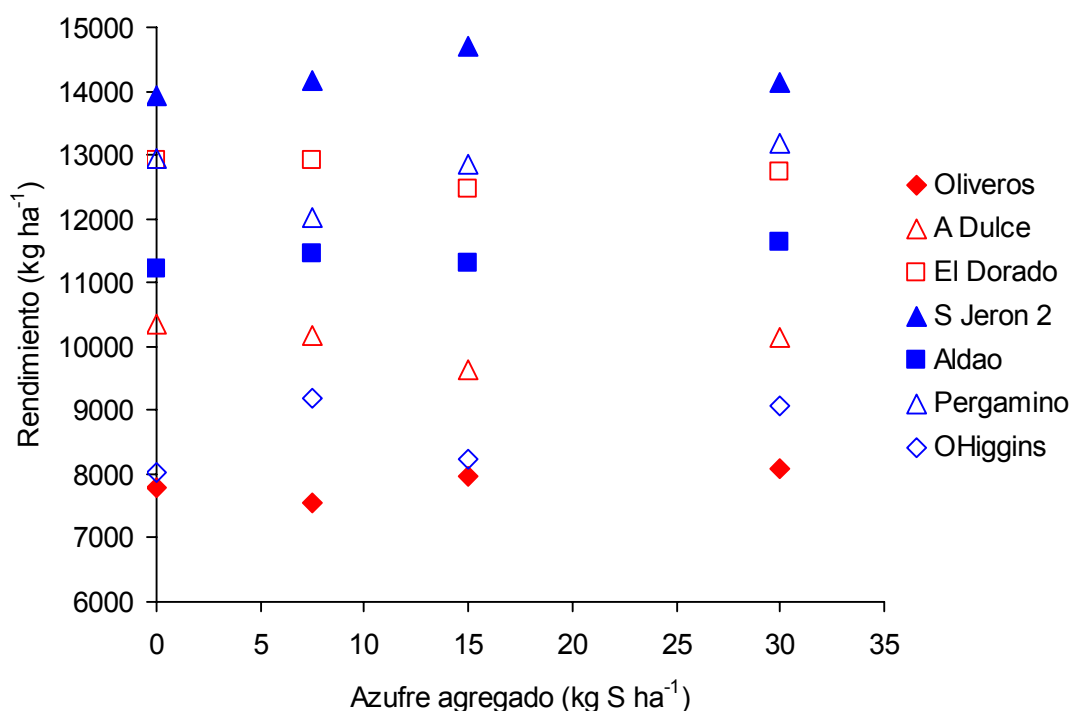


Figura 2: Rendimiento en función de la dosis de azufre en los sitios experimentales donde el agregado de azufre no afectó los rendimientos (años 2003 y 2004). Símbolos rojos año 2003/04, azules año 2004/05, símbolos llenos Santa Fe, vacíos Buenos Aires.

En la mayoría de los sitios donde aumentaron los rendimientos por el agregado de azufre, se alcanzaron los máximos rendimientos con la dosis más baja de azufre utilizada (7.5 kg S ha⁻¹). Sólo en un caso la respuesta fue lineal para todo el rango de azufre utilizado (sitio 1).

La eficiencia agronómica mínima necesaria para que la fertilización sea económicamente conveniente es de 15 kg maíz por cada kg de S agregado (considerando un precio del yeso agrícola de 165 US\$ t⁻¹ y precio neto del maíz de 65 US\$ t⁻¹). Las pendientes de la fase lineal de respuesta de las funciones ajustadas en la Figura 1 son todas superiores a 25 kg maíz kg S⁻¹, siendo los valores más comunes de alrededor de 120 kg maíz kg S⁻¹.

Agrupando todos los sitios se observa que en general se obtienen rendimientos cercanos al máximo con una dosis de 10 kg S ha⁻¹ (Figura 3). Considerando las eficiencias agronómicas observadas, es muy probable obtener respuestas económicamente convenientes a dosis de azufre de esta magnitud, una vez identificados los sitios deficientes en este nutriente.

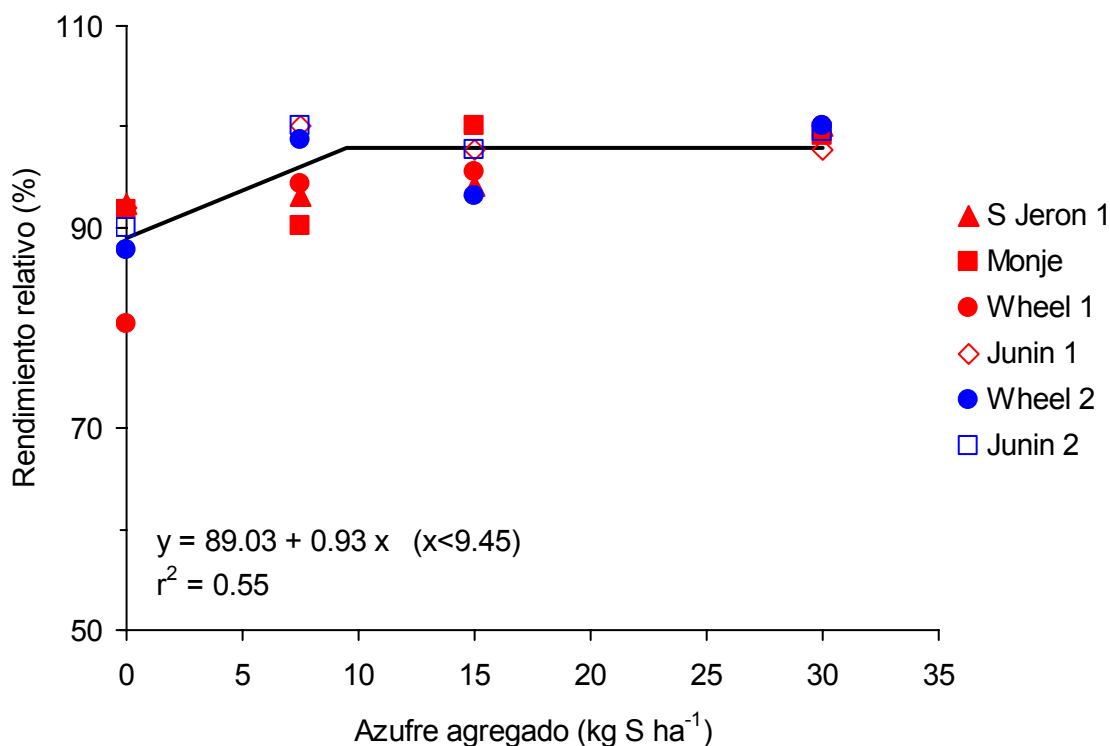


Figura 3: Rendimiento relativo al máximo de cada sitio en función de la dosis de azufre utilizada, en los sitios donde se observó respuesta al agregado de azufre. Símbolos rojos año 2003/04, azules año 2004/05, símbolos llenos Santa Fe, vacíos Buenos Aires.

La respuesta a la fertilización es la resultante no sólo del nivel de nutrientes en el suelo, sino también del potencial de rendimiento de los cultivos que determinan los requerimientos de cada nutriente. En maíz, en regiones tropicales con bajos contenidos de materia orgánica se han registrado incrementos en el rendimiento en grano por el agregado de azufre de 13 a 52%, con rendimientos medios inferiores a los 4000 kg ha⁻¹ (Weil y Mughongo, 2000).

En nuestro país los contenidos de materia orgánica son superiores a los de las regiones tropicales, sin embargo la agriculturización, la ausencia de reposición de los nutrientes y los altos rendimientos de los últimos años ha incrementado la respuesta a azufre. En diferentes ensayos que evaluaban la fertilización con azufre, en promedio muestran un incremento del orden 990 kg ha⁻¹, en un amplio rango, desde ausencia de respuesta hasta incrementos de 2263 kg ha⁻¹, que en términos relativos fueron desde un 2 hasta un 25% (Pedrol et al, 1999; Garcia, 1999; Pedrol et al, 2001; Thomas, 2001; Cordone et al, 2002; Capurro et al, 2002; Fontanetto et al, 2004; Capurro et al, 2004; Blanco et al, 2005). Los niveles de respuesta promedio en los ensayos conducidos en las últimas dos campañas en esta red muestran incrementos en el rendimiento dentro de este rango de respuesta, por lo que se puede decir que representa las condiciones de la región pampeana. Sin embargo, en gran parte de estos ensayos se había evaluado la respuesta a la aplicación de un solo nivel de azufre (entre 12 y 20 kg S ha⁻¹). Los resultados de nuestros ensayos profundizan el análisis de la respuesta estudiando la respuesta en rendimiento del cultivo ante incrementos sucesivos en la disponibilidad de azufre en el suelo, para de esta forma poder

determinar la dosis mínima necesaria para alcanzar máximos rendimientos. Los resultados muestran que la respuesta a la fertilización con azufre no se incrementa mas allá de las ca. 10 kg S ha⁻¹. Este umbral se encuentra dentro de aquel encontrado por Rehm (2005) en sistemas de producción de maíz en Minnesota, quien determinó un nivel de entre 6.7 y 13.4 kg ha⁻¹ de S aplicado como fertilizante según el sitio como el óptimo para obtener la máxima respuesta.

Respuesta a la fertilización y características del sitio

La respuesta a la fertilización azufrada no estuvo asociada a ninguna de las características del suelo medidas (Tablas 3, 4 y 5). Tampoco estuvo asociada a variables de manejo, o al rendimiento máximo alcanzado en el sitio. La relación observada en la campaña anterior entre la respuesta a la fertilización y el nivel de nitratos en el suelo dejó de existir cuando se incorporaron los resultados de este año.

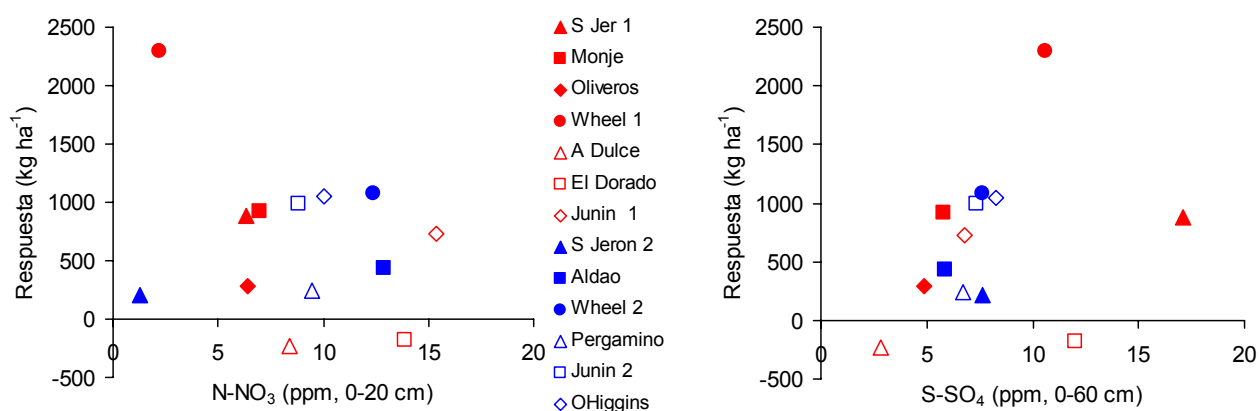


Figura 4: Respuesta al agregado de 30 kg S ha⁻¹ en función del contenido de nitratos o sulfatos a la siembra. Símbolos rojos año 2003/04, azules año 2004/05, símbolos llenos Santa Fe, vacíos Buenos Aires.

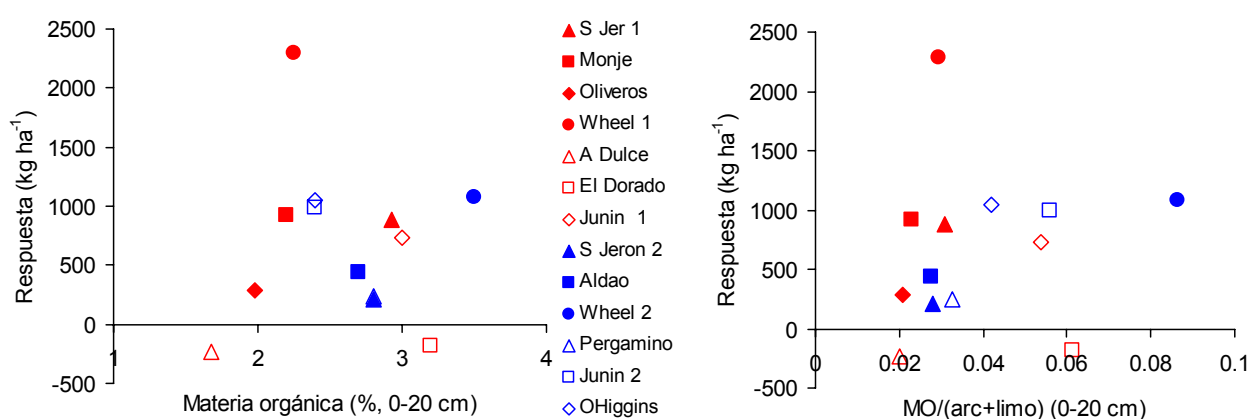


Figura 5: Respuesta al agregado de 30 kg S ha⁻¹ en función del contenido de materia orgánica o del cociente entre materia orgánica y la suma de arcilla y limo. Símbolos rojos año 2003/04, azules año 2004/05, símbolos llenos Santa Fe, vacíos Buenos Aires.

Respuesta a la fertilización y análisis de granos

Aún no se cuentan con los resultados de los análisis de granos. Queda por determinar si la concentración de S o la relación N:S de los granos permite identificar sitios deficientes en azufre.

CONCLUSIONES PRELIMINARES

1. Se observaron deficiencias moderadas de azufre en el 45 % de los sitios que integraron esta red experimental, que provocaron caídas en los rendimientos de alrededor del 10%.
2. En los sitios deficientes en azufre, se alcanzaron los máximos rendimientos con una dosis de 10 kg S ha⁻¹. En todos estos sitios, la respuesta a la fertilización fue económicamente conveniente.
3. Las características de suelo o de manejo no permitieron separar sitios con respuesta de sitios sin respuesta.
4. Los resultados de las dos campañas justificaría la realización de un tercer año de ensayos para confirmar las tendencias observadas en los diferentes sitios, incorporando una mayor variabilidad de ambientes.

REFERENCIAS

- Blanco H, Boxler M, Minteguiaga J, Houssay R, Deza Marín G, Berardo A y García F. Red de Nutrición CREA Sur de Santa Fe. Resultados de la campaña 2003/04: Maíz.
- Capurro J, Fiorito C, Gonzalez MC y Pagani R. 2002. Evaluación de la respuesta a la fertilización en el cultivo de maíz en Cañada de Gomez. Campaña 2000/2001. Para Mejorar la Producción n° 17. E.E.A. Oliveros INTA.
- Capurro J, Fiorito C, Pagani R, Arce E y Ferrero L. 2004. Respuesta a la fertilización de maíz en Cañada de Gomez. Para Mejorar la Producción n° 26. E.E.A. Oliveros INTA.
- Cordone G, Capurro J, Castellarin J, Felizia JC, Martínez F, Méndez JM, Prieto G, Pedrol HM, Salvagiotti F y Trentino N. 2002. Análisis de la respuesta del maíz a distintas alternativas de fertilización en una red de ensayos en el sur de Santa Fe. Para Mejorar la Producción n° 20. E.E.A. Oliveros INTA.
- Cruzate G.A. y R. Casas. 2003. Balance de nutrientes. Fertilizar Número especial Sostenibilidad.
- Ferraris G, Gutiérrez Boem F, Prystupa P, Salvagiotti F, Couretot L, Elisei J. 2004. Fertilización azufrada en maíz. Evaluación de la respuesta del cultivo y análisis de metodologías de diagnóstico de la fertilización azufrada. Informe 1er año ensayos Red Maíz – INTA – Fertilizar.
- Ferraris G, Gutiérrez Boem F, Salvagiotti F, Prystupa P. 2003. Azufre en soja. Validación de herramientas de diagnóstico y elaboración de estrategias de recomendación. Fertilizar 32.
- Ferraris, G., F. Salvagiotti, P. Prystupa & F.H. Gutiérrez Boem. 2004. Disponibilidad de azufre y respuesta de la soja de primera a la fertilización. XIX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, Paraná, Junio.
- Fontanetto H. 2004. Nutrición de cultivos y manejo de la fertilidad en la región centro de Santa Fe. Simposio Fertilidad 2004. INPOFOS - PPI – PPIC.
- García F, 1999. Fósforo y Azufre en el cultivo de maíz. Informaciones agronómicas n°3 – INPOFOS – PPI – PPIC.
- Hitsuda K, Sfredo GJ y Klepker D. 2004. Diagnosis of sulfur deficiency in soybean using seeds. Soil Sci. Soc. Am. J. 68:1445-1451.

- Lisle L., R. Lefroy, G. Anderson y G. Blair. 1994. Methods for the measurement of sulphur in plants and soil". Sulphur in Agriculture 18:45-54.
- Martínez F. y G. Cordone. 1998. Resultados de ensayos de fertilización azufrada en soja. Para Mejorar la Producción nº 8. E.E.A. Oliveros INTA.
- Pedrol H, Salvagiotti F, Castellarín J, Rosso O, Vernizzi A. 1999. Respuesta a la fertilización azufrada con diferentes niveles de nitrógeno y fósforo. Para mejorar la producción nº 10. EEA Oliveros INTA.
- Pedrol HM, Salvagiotti F, Castellarín JM, Trentino N, Méndez JM, Capurro J, Felizia JC, Gentili O, Gargicevich A, Prieto G, Damen D y Gelín A. 2001 "Respuesta de maíz a Nitrógeno y Azufre en sistemas agrícolas del sur de Santa Fe". VII Congreso Nacional de Maíz. Pergamino. Argentina.
- Rehm G. 2005. Sulfur Management for Corn Growth with Conservation Tillage. Soil Sci, 69:709-717.
- Thomas A, Boxler M, Alvarez de Toledo B, Houssay R, Martín L, Berardo A y García F. Red de Nutrición CREA Sur de Santa Fe. Resultados de la campaña 2000/01: Maíz.
- Vilche M.S., G. Cordone, F. Martínez, C. Galarza, V. Gudelj y V. Bisaro. 2002. Parámetros que condicionan la respuesta de soja (*Glycine max* (L.) Merr.) a la fertilización azufrada. Actas XVIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo.
- Weil RR, Mughogho SK. 2000. Sulfur nutrition of maize in four regions of Malawi. Agronomy Journal 92, 649-656.

Agradecimientos:

Este trabajo fue financiado por el módulo de Investigación del Proyecto Fertilizar. Agradecemos la colaboración de Hernán Echeverría, Jorge y Ricardo Defelice, Antonio Pupic, flias. Culaciatti, Cernik, Carballo y Daffunchio, Luciano y Roberto Rufer y Tito Zanella, Nestor Coronel, Alejandro Arias, Damian Dignani, Héctor Villalón, Mauricio Montani y Oscar Cicaré.