



EEA Paraná

[Actividad](#)[Información](#)[Institucional](#)[Actualidad](#)

Google

[Inicio](#) > [Información](#) > [RST](#) > [Suelo](#)

## || Respuesta a la Aplicación de Fertilizantes con Azufre en los Cultivos de Trigo, Soja y Maíz en el Centro - Oeste de Entre Ríos

Contenidos

[\[Introducción\]](#) [\[Materiales y Métodos\]](#) [\[Resultados\]](#) [\[Conclusiones\]](#) [\[Bibliografía\]](#)

Octavio Caviglia  
Oswaldo Paparotti  
Pedro Barbagelata

### Introducción

El azufre es un nutriente esencial para las plantas, en las que actúa como componente de proteínas y vitaminas. Las plantas toman el azufre que proviene de la mineralización de la materia orgánica en la mayoría de los suelos.

El ciclo del azufre en el sistema de producción presenta similitudes con el del nitrógeno (Tisdale et al., 1993), es decir que se encuentra muy asociado a la dinámica de la materia orgánica, pero con la diferencia que posee menos aportes al no existir, como en el caso del nitrógeno, el mecanismo de fijación biológica. Con la gran adopción de los sistemas de labranzas conservacionistas, en especial de la siembra directa, la mineralización de la materia orgánica podría encontrarse disminuida (García, 1996) lo que hace suponer que se podrían manifestar deficiencias de este nutriente en los cultivos.

El uso de fertilizantes de un solo elemento, sumado a la creciente tasa de extracción anual de azufre por los cultivos, incrementa las probabilidades de encontrar respuestas a la aplicación de este nutriente.

En relevamientos del contenido de azufre disponible realizados en el sudeste bonaerense se ha sugerido que existen muchos suelos con una deficiencia potencial que podrían presentar alguna respuesta al agregado de fertilizante (San Martín y Echeverría, 1995). Sin embargo, en dicha región no se han encontrado limitaciones al rendimiento ni a la calidad en el cultivo de trigo por este nutriente (San Martín et al., 1990). Estos resultados en apariencias contradictorios, tienen su explicación en los aportes de la mineralización de la fracción orgánica del suelo (Echeverría et al., 1996).

En la región pampeana se han encontrado algunas respuestas a la aplicación de azufre (Caamaño y Melgar, 1997), que estuvieron asociadas a ambientes denominados deficientes (Martínez y Cordone, 1998) en los cultivos de maíz, soja y trigo.

En el centro-oeste de Entre Ríos existen pocas experiencias referidas al comportamiento de los cultivos frente al agregado de azufre (Caviglia, et al 1999 a y b) y a la disponibilidad del mismo en los suelos.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la respuesta en los cultivos de trigo, soja y maíz, al agregado de fertilizantes con azufre en diferentes tipos de suelo y situaciones de manejo sobre el rendimiento en grano.

[arriba](#)

### Materiales y Métodos

Se realizaron dieciséis ensayos en lotes de producción en la zona de influencia de la EEA Paraná del INTA utilizando un diseño experimental en bloques completos al azar con tres repeticiones en todas las situaciones.

TRIGO: se evaluaron tres situaciones en 1998: a) suelo Cromuderte árgico (vertisol) en secano, b) suelo Argiudol ácuico en secano y c) suelo Argiudol ácuico con riego. En los tres casos el cultivo antecesor fue maíz. En las situaciones de secano se evaluaron cinco tratamientos aplicados a la emergencia del cultivo: un testigo sin fertilizar, dos dosis del fertilizante nitrosulfato de amonio (NSA, 26%N y 14%S) de 40 y 80 kg N/ha; y con igual dosis de nitrato de amonio calcáreo (CAN, 27%N) para equiparar los efectos del nitrógeno del NSA. En la situación con riego se utilizó solo la dosis de 80 kg N/ha, es decir que fueron evaluados tres tratamientos.

En 1999 se evaluaron cinco situaciones a) suelo Cromuderte árgico (vertisol 1) en secano con antecesor girasol b) suelo Peluderte árgico (vertisol 2) en secano con antecesor girasol c) suelo Argiudol ácuico con riego con antecesor soja d) suelo Argiudol ácuico (Argiudol 1) en secano antecesor soja, e) suelo Argiudol ácuico (Argiudol 2) en secano con antecesor maíz. En secano se evaluaron nueve tratamientos, aplicados a la emergencia del cultivo: un testigo sin fertilizar, dos dosis de nitrosulfato de amonio (NSA, 26%N y 14%S) de 40 y 80 kg N/ha; dos dosis de sulfato de amonio (SA, 21%N y 24%S) de 40 y 80 kg N/ha; y para equiparar los efectos del nitrógeno, las mismas dosis de nitrato de amonio calcáreo (CAN, 27%N); y las mismas dosis de Urea (46%N). En la situación con riego se utilizó únicamente la dosis de 80 kg N/ha, y CAN y NSA, totalizando

tres tratamientos.

SOJA: se evaluó tanto el efecto de la aplicación directa del fertilizante, como el efecto residual del mismo en tres situaciones: a) suelo Cromuderte árgico (vertisol) en seco, b) suelo Argiudol ácuico en seco y c) suelo Argiudol ácuico con riego.

La evaluación del efecto residual del fertilizante aplicado al trigo se realizó sobre los tres ensayos descriptos para dicho cultivo en 1998.

Para evaluar el efecto de la aplicación directa del fertilizante en las situaciones de seco se realizaron cinco tratamientos: un testigo sin fertilizar, 50 kg N/ha como NSA en los estadios de V5 y R1 (Fehr y Caviness, 1977) y 50 kg N/ha como CAN en los mismos estadios. En la situación con riego se evaluaron los mismos tratamientos pero la dosis utilizada fue de 80 kg N/ha.

MAÍZ: Se evaluaron dos situaciones sobre un suelo Argiudol ácuico: a) con riego y b) en seco, con cinco tratamientos: un testigo sin fertilizar, dos dosis de NSA de 60 y 120 kg N/ha; y las mismas dosis de CAN aplicados en el momento de V6 (Ritchie y Hanway, 1982).

Se evaluó rendimiento y sus componentes en todos los cultivos, además, proteína en trigo y los resultados se analizaron estadísticamente utilizando análisis de variancia y test de comparación de medias (LSD,  $\alpha=0,05$ ).

arriba

## Resultados

### Cultivo de Trigo

#### Año 1998

En el ensayo sobre suelo Vertisol el rendimiento en grano presentó diferencias significativas ( $p<0,01$ ) entre los tratamientos. La utilización del fertilizante azufrado no incrementó el rendimiento en grano con respecto a las mismas dosis de nitrógeno del fertilizante CAN.

En el ensayo sobre suelo Argiudol (secano) los rendimientos en grano presentaron diferencias significativas ( $p<0,1$ ) a favor de los tratamientos que recibieron fertilización, sin diferencias entre dosis y fuentes.

El rendimiento en granos difirió significativamente ( $p<0,01$ ) en el ensayo Argiudol (riego) presentando los tratamientos fertilizados, los mayores valores sin manifestar diferencias entre sí.

El agregado adicional de azufre no mejoró los porcentajes de proteína ( $\%N \times 5,75$ ) en grano en ninguno de los tres ensayos (Tabla 1).

**Tabla 1. Rendimiento en grano de trigo (kg/ha) y porcentaje de proteína. 1998**

Tratamientos	Vertisol		Molisol seco		Molisol riego	
	(kg/ha)	%	(kg/ha)	%	(kg/ha)	%
0 kg N/ha	1795 c	10,7 a	2960 b	9,8 b	1943 b	8,9 b
40 kg N/ha	2623 b	11,1 a	3488 a	10,9 ab		
40 kg N/ha + S	2623 b	11,2 a	3334 ab	10,4 b		
80 kg N/ha	3328 a	11,4 a	3774 a	11,9 a	3601 a	9,4 a
80 kg N/ha + S	3362 a	11,3 a	3506 a	10,4 b	3361 a	8,6 b

Medias seguidas de letras iguales en sentido vertical difieren significativamente entre sí, según test LSD ( $p<0,05$ ).

#### Año 1999

En Vertisol 1 se encontró respuesta ( $p<0,05$ ) al agregado de N sin diferencias atribuibles al agregado de azufre (Tabla 2). En Vertisol 2 no se encontraron diferencias significativas ( $p<0,05$ ) entre los tratamientos, probablemente por las buenas condiciones de fertilidad del lote con cinco años de siembra directa continua. En Argiudol 1 seco se encontró respuesta al agregado de N, presentando los mayores rendimientos los tratamientos de 80 kg N/ha, sin efectos atribuibles al azufre; los tratamientos de 40 kg N/ha no presentaron diferencias con el testigo absoluto.

En Argiudol 2 se encontraron diferencias significativas ( $p<0,05$ ); los tratamientos con 80 kg N/ha no presentaron diferencias entre sí, salvo la fuente urea que pudo haber tenido algún efecto de volatilización, en tanto en los tratamientos de 40 kg N/ha se diferenciaron claramente del testigo. En esta experiencia los tratamientos con azufre presentaron mayor rendimiento ( $p<0,05$ ) que los testigos nitrogenados cuando se realizó un análisis factorial de los resultados (no presentado en la tabla).

En el experimento con riego, a pesar de los buenos rendimientos alcanzados, no se encontró respuesta atribuible al agregado de azufre, aunque hay una marcada respuesta al agregado de N (Tabla 2).

**Tabla 2. Rendimiento en grano de trigo (kg/ha) en 1999**

	Vertisol 1	Vertisol 2	Argiudol 1 Secano	Argiudol 2 Secano	Argiudol Riego
0 kg N	2164 d	3096 a	2707 b	1907 d	2632 e
40 kg N (CAN)	2852 abc	3422 a	2841 b	3226 c	3491 d
40 kg N (Urea)	2503 cd	3428 a		3134 c	
40 kg N + S (NSA)	2837 abc	3595 a	3103 ab	3238 c	
40 kg N + S (SA)	3017 abc	3303 a		3345 bc	
80 kg N (CAN)	3295 a	3582 a	3614 a	3775 abc	4728 bc
80 kg N (Urea)	2831 abc	3303 a		3433 bc	
80 kg N + S (NSA)	3077 ab	3904 a	3644 a	4432 a	4219 cd
80 kg N + S (SA)	2678 bcd	3740 a		4014 ab	

160 kg N (CAN)					5484 ab
160 kg N + S (NSA)					5975 a

Medias seguidas de letras iguales en sentido vertical difieren significativamente entre sí, según test LSD ( $p < 0,05$ ).

### Cultivo de Soja

#### Efecto residual

En los tres ensayos evaluados no se encontraron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) en los rendimientos debidas al agregado de azufre ni al de nitrógeno (Tabla 3).

**Tabla 3. Rendimiento en grano de soja (kg/ha) en los tres ensayos de azufre residual**

	0 kg N/ha	40 kg N/ha	40 kg N/ha+S	80 kg N/ha	80 kg N/ha+S	CV (%)
Argiudol secano	3283 a	3386 a	3579 a	3057 a	3510 a	7,3
Argiudol riego	3348 a			2802 a	2890 a	9,2
Vertisol	2022 a	2076 a	2140 a	2025 a	2053 a	11,0

Medias seguidas de letras iguales en sentido horizontal difieren significativamente entre sí, según test LSD ( $p < 0,05$ ).

#### Aplicación directa

En los ensayos realizados tanto sobre el suelo Argiudol con y sin riego como en el Vertisol, no se encontró respuesta significativa en el rendimiento en grano ( $p < 0,05$ ) atribuible al agregado de N o N y S en los momentos de aplicación evaluados (Tabla 4).

**Tabla 4. Rendimiento en grano de soja (kg/ha) en los tres ensayos de azufre con aplicación directa**

	Testigo	CAN V5	CAN R1	NSA V5	NSA R1	CV (%)
Argiudol secano	2501 a	2430 a	2476 a	2451 a	2636 a	12,7
Argiudol riego	2878 a	2949 a	3049 a	3136 a	3035 a	11,7
Vertisol	2406 a	2382 a	2762 a	2631 a	2492 a	15,6

Medias seguidas de letras iguales en sentido horizontal difieren significativamente entre sí, según test LSD ( $p < 0,05$ ).

### Cultivo de Maíz

En el ensayo bajo riego el rendimiento en grano presentó diferencias significativas ( $p < 0,01$ ) observándose los mayores valores en los tratamientos que recibieron 120 kg N/ha, sin diferencias atribuibles a la utilización del fertilizante azufrado (Tabla 5). El menor rendimiento se encontró en el tratamiento testigo sin fertilizantes. Un rendimiento intermedio presentaron los tratamientos de 60 Kg N/ha sin diferencias relacionadas con el agregado de S. En el experimento en secano, el rendimiento en grano presentó diferencias significativas ( $p < 0,05$ ), mostrando una respuesta al agregado de N sin manifestar diferencias entre dosis y tipo de fertilizante (Tabla 5). Este comportamiento podría deberse al alto contenido de nitratos a la siembra. Si bien en el experimento bajo riego los niveles de nitratos fueron similares, los requerimientos del cultivo fueron superiores evidenciando mayor respuesta al N al lograr mayores rendimientos por efecto del riego.

**Tabla 5. Rendimiento en grano de maíz (kg/ha) en 1998**

	0 kg N/ha	60 kg N/ha	60 kg N/ha+S	120 kg N/ha	120 kg N/ha+S
Argiudol secano	7182 b	9379 a	9324 a	9322 a	10302 a
Argiudol riego	7713 d	9527 bc	8588 cd	11457 ab	11672 a

Medias seguidas de letras iguales en sentido horizontal difieren significativamente entre sí, según test LSD ( $p < 0,05$ ).

arriba

### Conclusiones

En dieciséis experimentos realizados en el período 98-99 en trigo, soja y maíz, solo en trigo se encontró respuesta en el rendimiento en grano, atribuible al efecto del azufre por el agregado de fertilizantes que contienen dicho nutriente en su composición (NSA y SA).

En los cultivos de trigo y maíz se encontró respuesta en el rendimiento por el agregado de nitrógeno (sin diferencias entre fuentes nitrogenadas y azufradas).

arriba

### Bibliografía

- CAAMAÑO, A.A. y MELGAR, R.J. 1997. Fertilización con fósforo, nitrógeno y azufre en ambientes de alta productividad. Revista Tecnología Agropecuaria. Vol. II Nº 5
- CAVIGLIA, O.P., BARBAGELATA, P.A. y PAPAROTTI, O.F. 1999. Respuesta a la aplicación de un fertilizante azufrado en los cultivos de trigo y soja en un suelo Cromuderte árgico en el centro-oeste de Entre Ríos. Primer simposio nacional sobre suelos vertisólicos. Facultad de Ciencias Agropecuarias - UNER - FAUBA.
- CAVIGLIA, O.P., PAPAROTTI, O.F. y BARBAGELATA, P.A. 1999. Ensayos de respuesta a la aplicación de un fertilizante azufrado en los cultivos de trigo, soja y maíz en el centro-oeste de Entre Ríos. Actas "Seminario de diagnóstico de deficiencias de nitrógeno, fósforo y azufre en cultivos de la región pampeana". Unidad Integrada INTA - FCA Balcarce.
- ECHEVERRIA, H.E.; SAN MARTIN, N.F. y BERGONZI, R. 1996. Mineralización de azufre y su relación con la de nitrógeno en suelos agrícolas. Ciencia del Suelo 14: 107-109
- FEHR, W.R. and CAVINESS, C.E., 1977. Stages of soybean development. SR-80, Iowa Agric. Exp. Stn, Ames IA, 11 pp.
- GARCIA, F.O. 1996. Dinámica del nitrógeno en ecosistemas agrícolas: Efectos de la siembra directa.

Curso de Siembra Directa para profesionales asesores. INTA EEA Marcos Juárez

- MARTINEZ, F y CORDONE, G. 1998 Resultados de ensayos de fertilización azufrada en soja. INTA EEA Oliveros. Serie Para Mejorar la Producción N°8 Soja. pp 53-57

- MELGAR, R.J.; CAAMAÑO, A.A. y LAVANDERA, J. 1997. Fertilización con azufre, como responde el maíz. Revista Fertilizar número especial: maíz: pp 19-22

- RITCHIE, S. and HANWAY, J.J. 1982. How a corn plant develops. Iowa State Univ. Technol. Spec. Rep. 48 p.

- SAN MARTIN, N.F.; NAVARRO, C.A. y ECHEVERRIA, H.E. 1990. Concentración de azufre en granos de trigo de la región pampeana. II Congreso Argentino de Trigo. Argentina. I: 28-32

- SAN MARTIN, N.F. y ECHEVERRIA, H.E. 1995. Sulfato en suelos del sudeste bonaerense. Ciencia del Suelo 13: 95-97

- TISDALE, S.L.; NELSON, W.L.; BEATON, J.D. and HAVLIN, J.L. 1993 (5th ed). Soil fertility and fertilizers. Macmillan. New York. 634 p.

[arriba](#)

[VOLVER](#)

© Copyright 2002. INTA Paraná. Ruta 11, km 12,5 (3100), Oro Verde, Entre Ríos, Argentina

Intranet