

Fertilización azufrada: ¿Cuánto, cuándo, cómo y con qué?



Walter D. Carciochi^{1,4}, Guillermo A. Divito^{2,4},
Nahuel I. Reussi Calvo^{3,4} y Hernán E. Echeverría¹

¹ FONCyT; ² CONICET; ³ Laboratorio FERTILAB;

⁴ Unidad Integrada Balcarce (FCA-INTA).

carciochi.walter@inta.gob.ar

En los últimos años se ha revelado deficiencia de azufre en los principales cultivos extensivos de la Región Pampeana, incluido el Sudeste Bonaerense, aunque la misma no ha sido generalizada. Para clarificar el tema, intentaremos responder algunas preguntas.

El azufre (S) es un nutriente esencial para el crecimiento de las plantas, que durante años recibió poca atención desde el sector productivo, debido a que la disponibilidad en los suelos cubría los requerimientos de los cultivos. Sin embargo, en la actualidad, la deficiencia de S se ha incrementado en varias zonas productivas de la Región Pampeana, incluido el Sudeste Bonaerense. Esto se debió, principalmente, a la intensificación en la agricultura y la consecuente disminución en los niveles de materia orgánica. Sumado a esto, la adopción masiva de los sistemas de labranza conservacionistas generó una menor tasa de mineralización de S, disminuyendo aún más la disponibilidad del nutriente para los cultivos.

Frente a este escenario surge el interés por definir buenas prácticas de manejo de la fertilización azufrada en los cultivos extensivos. Estas pretenden aplicar la dosis y fuente adecuada del nutriente, en la forma y momento correspondientes, para incrementar el rendimiento y mejorar la eficiencia de uso de recursos, maximizando el beneficio económico y minimizando el impacto ambiental. Para lograr esto, intentaremos responder algunas preguntas:

¿Cómo diagnosticar una deficiencia de azufre?

Se ha avanzado en el desarrollo y evaluación de métodos de diagnóstico para determinar situaciones en las que

se requiere la aplicación de S. En este sentido, trabajos realizados en la Región Pampeana indican que suelos de textura gruesa, con bajo contenido de materia orgánica, prolongada historia agrícola, barbechos cortos y ambientes de alta productividad, son algunas de las características del suelo y del sistema de producción que determinan una alta probabilidad de deficiencia de S. Particularmente, en el Sudeste Bonaerense, las deficiencias se han manifestado en cultivos de segunda y/o en suelos donde la prolongada historia agrícola causó grandes reducciones en los contenidos de materia orgánica.

Dentro de los métodos basados en el análisis de muestras de suelo, la determinación del contenido de S-sulfa-

**JUNTO
AL CAMPO**

PERIODISMO AGROPECUARIO

En TV Por TSN
Todo Sobre Necochea
LUNES 21:00 hs.
MARTES 13:30 hs.
MIÉRCOLES 22:30 hs.

y como siempre en la web los audiovisuales mas destacados

www.filmaster.com.ar

facebook: juntoalcampo periodismo agropecuario

Ing. Agr. Laureano Boga

Asesor en Nutrición de Cultivos

Elaboración, ejecución y seguimiento de planes de fertilización de cultivos y forrajeras basados en aplicar la fuente correcta de nutrientes en la dosis, el momento y lugar correcto.

Protocolos de trabajo acordes a las necesidades de colegas administradores, empresas proveedoras de fertilizantes y productores.

Tel. 2262 644722 • laupastor46@gmail.com
Skype: laureano.boga2



Tabla 1 | Fertilizantes azufrados comúnmente empleados en la Región Pampeana.

Fertilizante	Contenido de S (%)	Otros nutrientes	Solubilidad	Presentación	Característica
Sulfato de amonio	24	21% N	alta	sólido	riesgo de fitotoxicidad (efecto acidificante)
Superfosfato simple	12	9% P 20% Ca	alta	sólido	aporte de P y S necesario para leguminosas
Tiosulfato de amonio	26	12% N	alta	líquido	riesgo de fitotoxicidad, apto para fertirriego
Mezcla química "NPS" ⁽¹⁾	10	12% N 18% P	alta	sólido	utilizadas como "arrancadores" de cultivos
Sulfato de calcio (yeso agrícola)	16-18	22% Ca	media	sólido	residualidad media, no produce acidez
Azufre elemental	80-98	-	baja	sólido	alta residualidad

(1) Los contenidos de nutrientes son variables entre mezclas; se menciona una como ejemplo.

to en el suelo a la siembra es utilizada como método de diagnóstico del requerimiento de S. Si bien se han reportado umbrales críticos de 40 kg S-sulfato/ha (0-60 cm) para trigo y soja y de 24 kg S-sulfato/ha (0-20 cm) para maíz, este método ha mostrado escaso valor predictivo de la probabilidad de respuesta a la fertilización con S, por lo que requiere ser complementado con análisis de material vegetal.

Una alternativa sencilla para cuantificar la deficiencia de S a campo es el empleo de una franja de referencia, fertilizada con el nutriente. La misma puede utilizarse durante el ciclo del cultivo para diagnosticar la deficiencia en forma visual o, mejor aún, mediante el uso del clorofilómetro. Para su empleo se recomienda calcular un índice de suficiencia de S (ISS) que es la relación entre el promedio de las lecturas de la

zona no fertilizada y el promedio de las lecturas de la franja fertilizada con S (Figura 1). Valores de ISS menores a 0,95 indican deficiencias del nutriente que, dependiendo del momento en que se detecten, pueden revertirse mediante la aplicación de fertilizantes. También puede emplearse la franja para comparar el rendimiento con el del resto del lote, si se cosecha con monitor de rendimiento (Figura 1).

Cuidemos lo que es confiable.

Axial es tu aliado desde hace años. Es el graminicida por excelencia para el control de Rye grass y Avena fatua en trigo y cebada. A la dosis de uso registrada de **600-800 cc/ha**, el rendimiento está asegurado.



syngenta.

Para mayor información comuníquese con el Centro de Agrosoluciones Syngenta
0800-444-4804 | agro.soluciones@syngenta.com | www.syngenta.com.ar | www.nomalezas.com.ar

Consiga en su Distribuidor Syngenta todo lo que su cultivo necesita para rendir al máximo.

PELIGRO: SU USO INCORRECTO PUEDE PROVOCAR DAÑOS A LA SALUD Y AL AMBIENTE.

LEA ATENTAMENTE LA ETIQUETA. © es marca registrada de una compañía del grupo Syngenta.



SUELOS *Fertilización azufrada: ¿cuánto, cuándo, cómo y con qué?*

Por último, el muestreo de material vegetal permite diagnosticar el estatus azufrado de los cultivos durante la estación de crecimiento o luego de la cosecha. Así, es posible el muestreo de la biomasa aérea de los cultivos, hojas del estrato superior o granos para remitirlos al laboratorio de servicio a fin de que se determine la relación entre las concentraciones de N y S, para comparar luego con los umbrales definidos en trabajos de investigación. Se destaca que el análisis de granos no permite revertir carencias, pero sí identificar lotes donde se presenta la deficiencia de S.

¿Cuánto fertilizar?

Una de las falencias de los métodos de diagnóstico desarrollados hasta el momento es que no permiten definir la dosis de S que se debe aplicar. Sin embargo, a partir de los resultados obtenidos en ensayos donde se evaluaron dosis crecientes de S, se pudo determinar que para los cultivos de soja, trigo y maíz, el máximo rendimiento se logró con la aplicación de 10 kg S/ha. No obstante, en cultivos que por su requerimiento específico (ej. colza) o por los niveles de productividad alcanzados (ej. cultivos bajo riego, alfalfa de corte, entre otros), podría ser necesario incrementar la dosis mencionada. Otro ejemplo es la fertilización de dobles cultivos (ej. trigo/soja) donde se debería aumentar la dosis aproximadamente a 15 kg S/ha.

¿Cuándo fertilizar?

Es frecuente que el S se aplique en mezclas físicas o químicas y sólidas o líquidas con N y P a la siembra, o con N en estadios vegetativos tempranos. Generalmente el aporte de S a partir de mezclas, depende del momento en el que se requiera el nutriente acompañante. Por su parte, las fuentes que contienen S elemental deberían aplicarse con anterioridad a la siembra para promover la oxidación del mismo, en especial si las condiciones ambientales son desfavorables para dicho proceso (ej. baja temperatura, disponibilidad hídrica o contenido de materia orgánica). Si bien son deseables las aplicaciones tempranas para asegurar la disponibilidad del nutriente en los momentos de mayor demanda del cultivo, la ventana de aplicación de S se extiende aproximadamente hasta la floración. Así, en caso de detectarse

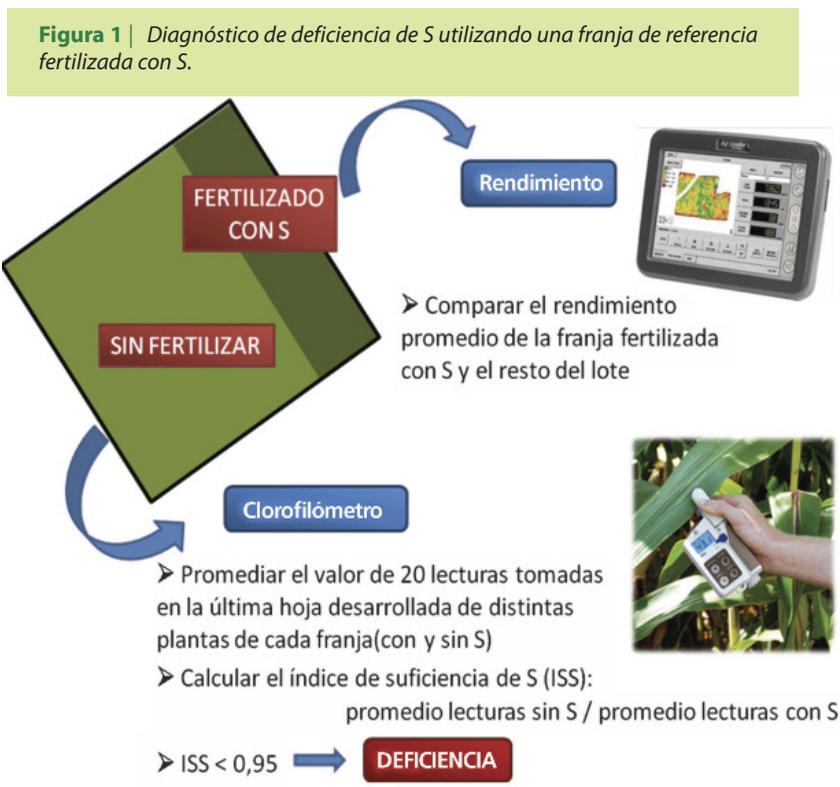
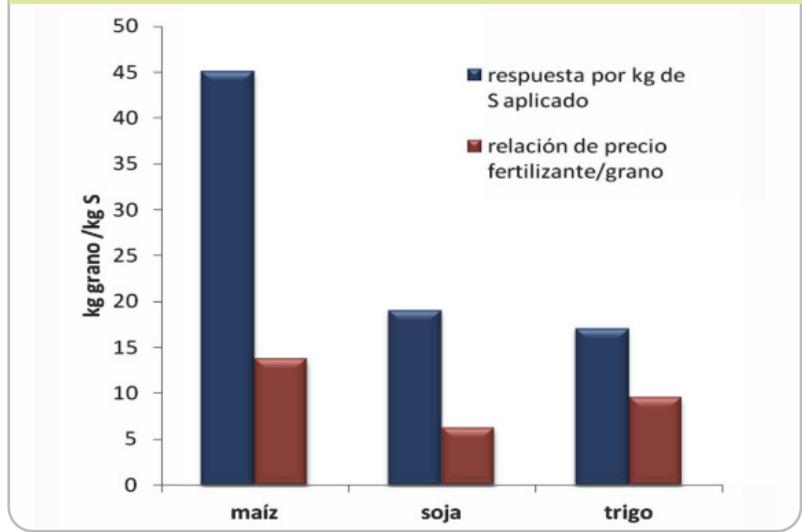


Figura 2 | Respuesta promedio por kg de S aplicado en maíz, soja y trigo (respuesta por kg de S aplicado) y relación de precio (kg grano/kg S) entre el yeso y los cultivos de maíz, soja y trigo. La respuesta por kg de S aplicado surge de una serie de ensayos realizados en la Región Pampeana durante las campañas 1995-2009, en los que el rendimiento aumentó por el agregado de S.



deficiencia de S, la misma puede revertirse aplicando el nutriente en estadios avanzados. Por otra parte, debe tenerse en cuenta que aplicaciones en estadios avanzados solo serán eficientes con fuentes solubles, dentro de las cuales las líquidas presentan ventajas por permitir su aplicación junto con otros agroquímicos e, incluso, con el sistema de riego.

¿Cómo fertilizar?

La movilidad del sulfato en el suelo y el uso de fuentes solubles, permiten manejar las formas de aplicación de los fertilizantes azufrados con gran flexibilidad. Si bien no se ha investigado ampliamente el tema, las características de las fuentes indican que no son esperables diferencias en efectividad

Figura 3 | Pautas a seguir para lograr buenas prácticas de manejo de la fertilización azufrada en los principales cultivos extensivos del Sudeste Bonaerense.

entre aplicaciones de sólidos en bandas o al voleo. Esto se debería a la baja capacidad de adsorción de sulfato en los suelos del Sudeste Bonaerense. Por su parte, la forma de aplicación de las fuentes líquidas dependerá de la formulación. Las mezclas que contengan urea-amonio-nitrato (UAN) se aplican normalmente chorradas, mientras que formulaciones con bajo riesgo de fitotoxicidad pueden aplicarse pulverizadas. Además, existen fuentes que pueden ser aplicadas mediante equipos de riego.

¿Con qué fertilizar?

Existen diversas fuentes azufradas que se diferencian, entre otras características, por su solubilidad y los nutrientes acompañantes (Tabla 1). Las solubles presentan el S en forma de sulfato (SO_4^{2-}) y en las insolubles el S se encuentra en forma elemental (S^0). Dentro de las primeras se hallan el sulfato de amonio, el sulfato de calcio o yeso agrícola y el superfosfato simple. Este último ha adquirido gran difusión en nuestro país debido a que contiene P y S, principales nutrientes deficitarios en el cultivo de soja. Otras

fuentes solubles son las líquidas, entre las cuales, las más difundidas en cultivos extensivos son las elaboradas a partir de mezclas de UAN y tiosulfato de amonio. Este último al ser aplicado

al suelo produce S elemental y sulfato en proporciones iguales. Por su parte, el S elemental es un fertilizante insoluble apto para la producción orgánica debido a su origen natural.



Hipsters de la Soja

NUEVAS VARIEDADES DE SOJA

Cambia por las nuevas variedades de soja **DS 1410** y **DS 1470** para alcanzar el máximo rendimiento.

Dow Semillas, soja para productores de avanzada.

En Argentina, es común que los fertilizantes azufrados se comercialicen en mezclas físicas con otros productos como la urea, que aporta N o el superfosfato triple que aporta P. A su vez, en los últimos años se ha incrementado la oferta de mezclas químicas complejas (con N, P, S y otros nutrientes en proporciones variables), las cuales han tratado de imponerse como “arrancadores” en cultivos extensivos. En la mayoría de estas mezclas el S se encuentra como sulfato, mientras que unas pocas contienen el nutriente en su forma elemental o bajo las dos formas.

El sulfato es la forma bajo la cual las plantas absorben este nutriente, por lo tanto, el S elemental se debe oxidar en el suelo para poder ser absorbido. Para la mayoría de las condiciones productivas del Sudeste Bonaerense, no es esperable encontrar diferencias en respuesta por kg de S aplicado (kg grano/kg S aplicado) entre las fuentes solubles y con S elemental. Respecto a las fuentes solubles, tampoco hay diferencias entre las mismas. Si bien el yeso tiene menor solubilidad que el sulfato de amonio, en general, el contenido de agua en los suelos agrícolas no

se presenta como limitante para la disolución de las cantidades que se emplean habitualmente. Así, la ausencia de diferencias entre fertilizantes azufrados hace que sea conveniente aplicar aquel de menor costo por unidad de S. Debe considerarse, sin embargo, que el S tiene menor valor respecto de N y P, por lo que, cuando se aplica en mezclas, debe contemplarse el precio de los demás integrantes de la formulación.

Considerando la alta frecuencia de siembra de soja de segunda, es recurrente plantear la fertilización azufrada en el primer cultivo (trigo, cebada, colza, etc.) con el objetivo de satisfacer las necesidades de los dos cultivos. En esta situación el empleo de fuentes que combinan sulfato con S elemental sería ventajoso, debido a que contienen una forma soluble rápidamente disponible para el primer cultivo, con otra de liberación gradual que será aprovechado por la soja de segunda.

La reacción de la fuente sulfatada en el suelo puede resultar un aspecto importante en decisiones que tienen que ver con la tecnología de fertiliza-

ción. Así, no se recomienda la aplicación de fertilizantes azufrados amoniacales o formadores de amonio (sulfato de amonio y tiosulfato de amonio) junto con la semilla, ya que puede dañarlas, causando una disminución en la densidad de plantas logradas.

¿Es rentable la fertilización con azufre?

La relación de precios entre fertilizante y grano, indica los kg de grano que se necesitan para comprar 1 kg de S, lo que junto a información de la respuesta en grano por kg de S (kg grano producido/kg S aplicado), permiten evaluar la factibilidad económica de la práctica de fertilización (Figura 2). Dado que la respuesta en grano por kg de S supera la relación de precios entre fertilizante y granos para maíz, soja y trigo, se puede afirmar que ante una deficiencia, la fertilización con S es económicamente rentable en los tres cultivos. Estos resultados evidencian la rentabilidad de la práctica de fertilización con S ante una deficiencia del nutriente, aún sin considerar su efecto residual para la rotación.

Consideraciones finales

En los últimos años se ha manifestado deficiencia de Azufre en los principales cultivos extensivos de la Región Pampeana, incluido el Sudeste Bonaerense, aunque la misma no ha sido generalizada. Ante la necesidad de fertilizar con el nutriente, surge el interés por implementar buenas prácticas de manejo, en pos de contribuir a la productividad de los cultivos, contemplando el equilibrio entre los aspectos ambientales, económicos y sociales. La Figura 3 resume las pautas a seguir para lograr una fertilización azufrada adecuada para la región.

A partir de la revisión realizada, puede concluirse que para la mayoría de las situaciones productivas del Sudeste Bonaerense, no existen diferencias entre fuentes, formas y momentos de aplicación del fertilizante azufrado. En la actualidad se están desarrollando métodos de diagnóstico que permitan determinar la cantidad justa de nutriente a aplicar. Mientras tanto, puede estimarse una dosis promedio en función de los requerimientos de los cultivos o dobles cultivos que cubra las deficiencias que normalmente se manifiestan en la región.



UN PROGRAMA QUE REFLEJA LA REALIDAD
DEL CAMPO ARGENTINO.

PANORAMA
AGROPECUARIO
BALCARCE

canal ocho
MAR DEL PLATA
GRUPO TELEFE

Sábados 12:00 horas

Con la conducción del Ing. Agr. Hernán Viera

c.e.: hernan.viera@speedy.com.ar