

# Azufre en trigo: ¿fertilizamos?

Ensayos realizados en el sudeste bonaerense indicaron que hay situaciones en las que es necesario fertilizar con azufre (S) en trigo. Para eso, es necesario contar con métodos que permitan detectar deficiencias de este nutriente. Te mostramos algunos indicadores de suelo y planta para determinar la disponibilidad de S.

**Julián Mateos**  
**Walter Carciochi**  
**Guillermo Divito**  
**Facundo Mateos Inchauspe**  
**Hernán Sainz Rozas**

Unidad Integrada Balcarce  
 (INTA-Facultad de Ciencias Agrarias, UNMdP)  
 CONICET  
 AAPRESID  
*waltercarciochi@hotmail.com*

En la Región Pampeana Argentina, el laboreo intensivo y la ausencia de rotaciones con praderas y gramíneas han disminuido progresivamente el contenido de materia orgánica (MO). Esto redujo la disponibilidad de azufre (S), ya que la fracción orgánica representa aproximadamente el 95 % del contenido total del nutriente en el suelo. Si bien los suelos del sudeste bonaerense presentan relativamente elevados contenidos de MO, en los últimos años se ha observado respuesta a la fertilización azufrada. Estos resultados indican que las fracciones lábiles de S en los suelos continúan disminuyendo en la región, y por lo tanto es esperable que la magnitud y frecuencia de deficiencia de S se incremente. Es por estos motivos que resulta necesario desarrollar y evaluar metodologías para detectar deficiencias de S.

La determinación del contenido de S-sulfato en muestras de suelo tomadas en pre-siembra ( $S_{\text{inicial}}$ ) es el método de diagnóstico más estudiado. Sin embargo, su uso no siempre brinda un

diagnóstico adecuado, posiblemente porque no se considera el aporte de S por mineralización. Algunos indicadores de la mineralización de S propuestos por su sencilla determinación han sido el N mineralizado en incubación anaeróbica (Nan) y el contenido de carbono orgánico en la fracción particulada del suelo (C-FP), que es una fracción de la MO fácilmente mineralizable.

Respecto a los análisis en planta, el uso del clorofilómetro SPAD expresa una magnitud de la intensidad de color verde de la hoja denominado índice de verdor (IV). Dado que el síntoma más común de deficiencia de S es la disminución en la intensidad del color verde debido a una menor concentración de clorofila, es posible utilizar dicho instrumento para caracterizar el estatus azufrado de los cultivos. Para utilizar el IV con fines de diagnóstico, se emplea el índice de suficiencia de S ( $ISS_{IV}$ ), que se calcula como el cociente entre el IV del cultivo a diagnosticar y el IV de una franja o sector con suficiencia de S.

Por lo expuesto, resulta de interés determinar la frecuencia y magnitud de la respuesta en rendimiento del cultivo de trigo al agregado de S en el sudeste bonaerense. A su vez, surge la necesidad de generar y/o validar umbrales para indicadores surgidos de métodos basados en análisis de muestras de suelo y planta, que distingan situaciones con y sin probabilidad de deficiencia de S.

## Materiales y métodos

Se realizaron 12 ensayos en condiciones de campo, cuatro en la campaña 2016 y ocho en la campaña 2017. Todos se condujeron en condiciones de secano y bajo sistema de siembra directa, ubicándose en las localidades de Balcarce, Necochea, Lobería, San Manuel y Tandil. Los tratamientos evaluados fueron: i) testigo (no fertilizado con S) y ii) fertilizado con 15 kg S ha<sup>-1</sup> aplicados en forma sulfato de calcio (18,5 %S), al voleo, en cobertura total del suelo, al inicio de macollaje del cultivo. Los ensayos se realizaron bajo

condiciones no limitantes de otros nutrientes (nitrógeno y fósforo).

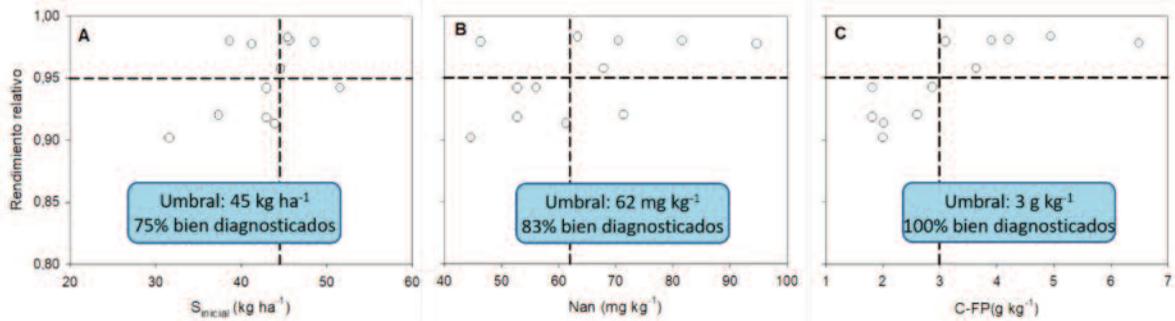
A la siembra del trigo se tomaron muestras de suelo sobre las cuales se determinó Nan y C-FP (0-20 cm) y S-sulfato (0-60 cm) ( $S_{inicial}$ ). Adicionalmente se midió el índice de verdor (IV)

rica de 9,5 kg de trigo para comprar 1 kg de S. Esto demuestra la conveniencia económica de la fertilización azufrada en situaciones de deficiencia.

Los indicadores de suelo evaluados permitieron diagnosticar aceptablemente las deficiencias de S. El umbral

para el  $S_{inicial}$  fue de 45 kg ha<sup>-1</sup>, y permitió diagnosticar correctamente un 75 % de los sitios (Fig. 1A). Cabe destacar la falta de excesos hídricos durante el barbecho previo a la siembra del trigo, que permitieron un aceptable performance de esta metodología. El umbral de Nan fue 62 mg kg<sup>-1</sup>, logrando el

**Figura 1** | Relación entre el rendimiento relativo y (A) contenido de S-sulfato en suelo (0-60 cm) a la siembra ( $S_{inicial}$ ), (B) nitrógeno mineralizado en incubación anaeróbica ( $N_{an}$ ) (0-20 cm), (C) contenido de carbono orgánico en la fracción particulada del suelo (C-FP) (0-20 cm). La línea punteada vertical indica el umbral crítico de cada indicador para un rendimiento relativo de 0,95.

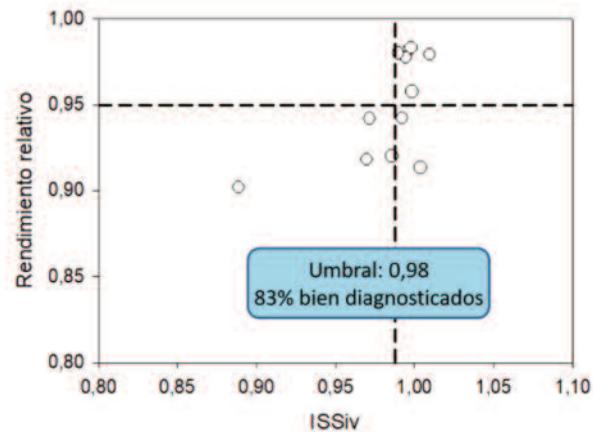


en el estadio de hoja bandera con el clorofilómetro SPAD, a partir del cual se calculó el índice de suficiencia de S ( $ISS_{IV} = IV \text{ testigo} / IV \text{ parcela fertilizada con S}$ ). A cosecha, se determinó el rendimiento de cada parcela. Se calculó el rendimiento relativo (RR) como:  $RR = \text{rendimiento parcela sin S} / \text{rendimiento parcela con S}$ .

## Resultados

En 6 de los 12 sitios (50%) la fertilización con S aumentó el rendimiento: promedio 514 kg ha<sup>-1</sup> (8,0%) (Tabla 1). Para los sitios con respuesta a S, la eficiencia de uso del S fue de 39 kg grano por kg S aplicado, la cual es superior a la relación de precios histó-

**Figura 2** | Relación entre el rendimiento relativo y el índice de suficiencia de azufre (ISS) calculado a partir del índice de verdor (IV) del SPAD ( $ISS_{IV}$ ).



## Servicio Diesel

Ventas - Repuestos - Taller móvil

- Venta de tractores nuevos PAUNY
- Consulte planes de financiación a valor cereal
- Venta de tractores usados
- Contamos con toda la línea original de repuestos Cummins y Pauny

Telefax: (02266) 42-0469

Cel.: (02266) 155 36636/635

Av. San Martín 3564 • 7620 Balcarce

e-mail: pylserviciodiesel@speedy.com.ar



correcto diagnóstico del 83% de los casos (Fig. 1B). Por su parte, el umbral de C-FP fue 3 g kg<sup>-1</sup> permitiendo diagnosticar correctamente el 100% de los sitios (Fig. 1C). Si bien el C-FP presentó la mejor capacidad de diagnóstico, su determinación es compleja. Por ello, se sugiere el empleo del Nan como un estimador la mineralización de S, que se caracteriza por ser una técnica precisa y que puede simultáneamente utilizarse para el diagnóstico de la disponibilidad de N para los cultivos.

El ISS<sub>IV</sub> determinado a través del SPAD, permitió diagnosticar correctamente un 83% de los sitios mediante un umbral crítico de 0,98 (Fig. 2). Esto indica que el uso del SPAD es una herramienta promisoría para el monitoreo del estado azufrado en trigo, siempre y cuando no haya limitantes de otro nutriente, como el nitrógeno. Es importante recordar que para su empleo es necesario contar en el lote con una franja fertilizada con S (franja de suficiencia).

**Tabla 1** | Rendimiento de trigo en 14 ensayos de fertilización con S (15 kg S ha<sup>-1</sup>). Letras distintas en cada sitio indican diferencias significativas entre tratamientos de S según Tukey (p<0.05).

Año	Sitio	Rendimiento (kg ha <sup>-1</sup> )	
		Sin S	Con S
2016	Necochea 1	10013 b	10630 a
	Necochea 2	8794 b	9577 a
	Necochea 3	9285 b	9854 a
	Necochea 4	7206	7359
2017	Necochea 5	5599 b	6129 a
	Necochea 6	7923	8084
	Lobería 1	5909	6170
	Lobería 2	7568	7698
	Balcarce 1	4902 b	5327 a
	Balcarce 2	7263	7430
	Tandil	5379 b	5964 a
	San Manuel	5350	5459
<b>Promedio</b>		<b>6786</b>	<b>7133</b>



### CONCLUSION

La mineralización de S es un proceso de gran importancia para la nutrición azufrada del trigo, y por lo tanto debe ser considerada en los métodos de diagnóstico basados en análisis de suelo. Tanto el Nan como el C-FP demostraron ser herramientas promisorias para evaluar la capacidad de mineralización de S de los suelos y para el diagnóstico de S. Por su parte, la determinación del ISS<sub>IV</sub> (a través del uso del SPAD) fue un aceptable predictor del estatus azufrado del cultivo de trigo.



**Casaro & Cia S.A.**  
Tecnología de bovinos en producción

25 AÑOS

CALIDAD EN NUTRICION

www.casaroycia.com.ar

DISTRIBUIDOR OFICIAL  
vetifarma

Ruta 226 Km. 65,5 / 7620 Balcarce / Pcia. Bs. As.  
Tel.: 2266 42 4460 | contacto@casaro.com.ar  
Facebook: /CasaroBalcarce | Instagram: @Casaroycia

RIVERO HNOS | CONSTRUCTORA

OBRAS CIVILES, PÚBLICAS, CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS Y MÁSI

CALLE 5 NUMERO 620 PISO 1  
 TEL: 02266 15539271 / 02266 15481072  
 RIVEROHNOS.CONSTRUCCIONES @GMAIL.COM  
 RIVEROHNOS