

La Fertilización Azufrada de los Cultivos

Introducción

En algunas regiones de Latinoamérica el azufre (S) constituye el tercer nutriente en importancia luego del nitrógeno y fósforo en la nutrición vegetal. El S participa en importantes procesos bioquímicos y fisiológicos en las plantas superiores como la biosíntesis de proteínas y lípidos, fotosíntesis, asimilación de N, fijación biológica de N, entre otras. Las raíces absorben S como sulfatos (SO_4^{2-}) y se reduce dentro de la planta durante la síntesis de compuestos orgánicos. Este nutriente se encuentra en el suelo bajo diferentes formas químicas. Es cómo parte de compuestos orgánicos asociados con la materia orgánica (MO) del suelo y el S inorgánico, formando principalmente SO_4^{2-} , el cual es la forma disponible para los cultivos.

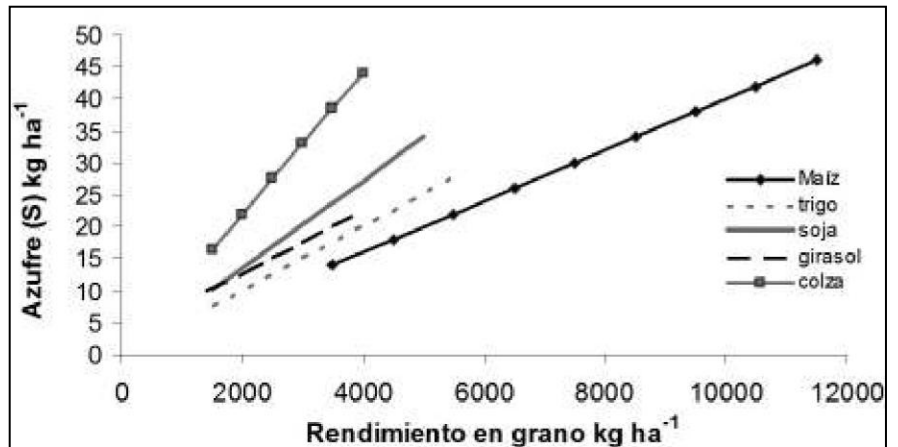


Figura 1. Requerimientos de S para distintos cultivos en función del rendimiento en grano en kg ha⁻¹. (Con datos de Ciampitti y García 2007).

Del S total del suelo, el 97% se encuentra en formas orgánicas y solo el 3% restante en formas inorgánicas. Mantener contenidos de materia orgánica altos es favorable atendiendo a lo anterior.

El contenido de S de los suelos es muy variable, los valores más bajos se encuentran en suelos arenosos (20 ppm), mientras que los valores más altos se encuentran en zonas de mareas donde el azufre tiende a acumularse (35000 ppm). Pero el rango normal en suelos agrícolas en regiones húmedas y semi húmedas es de 100 a 500 ppm. El S presenta escasa movilidad dentro de la planta, es por eso que los síntomas se manifiestan en las hojas más jóvenes.

Requerimiento de azufre por los cultivos

La mayoría de los cultivos consumen azufre en el orden de 4 a 18 kg/t de grano. Las oleaginosas son las más exigentes, en especial la colza que requiere de unos 18 kg de S/t. Cultivos como maíz y trigo son menos demandantes de azufre, sin embargo, cuando las metas de rendimiento son elevadas los requerimientos llegan a ser muy altos.

Deficiencias de azufre

Las deficiencias de S comenzaron a manifestarse y difundirse a nivel global hace relativamente pocos años, en regiones donde hasta hace poco tiempo la disponibilidad de este nutriente resultaba suficiente. Las principales razones son:

- Regulaciones ambientales sobre las emisiones de SO_2
- Fertilizantes con mayor grado de pureza y bajos contenidos de azufre
- Aumento de rendimientos

Fertilizante	Fórmula química	% de S	Forma S	Estado
Sulfato de amonio	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	24	SO_4^{2-}	Sólido
Tiosulfato de amonio	$(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_3$	26	$\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$	Líquido
Sal de Epsom	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	13	SO_4^{2-}	Sólido
Yeso agrícola	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	12-18	SO_4^{2-}	Sólido
Sulf. de magnesio hidratado	$\text{Mg} \cdot \text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	22	SO_4^{2-}	Sólido
Sulf. de magnesio anhidro	$\text{Mg} \cdot \text{SO}_4$	26	SO_4^{2-}	Sólido
Sulpomag	$\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot 2 \cdot \text{MgSO}_4$	22	SO_4^{2-}	Sólido
Sulfato de potasio	K_2SO_4	18	SO_4^{2-}	Sólido
Azufre elemental	S^0	30-100	S^0	Sólido
Superfosfato simple	$\text{Ca} (\text{H}_2\text{PO}_4)_2 + \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	14	SO_4^{2-}	Sólido
Superfosfato triple	$\text{Ca} (\text{H}_2\text{PO}_4)_2 + \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	<1	SO_4^{2-}	Sólido

Cuadro 1. Principales fuentes azufradas utilizadas en la agricultura.

Diagnóstico de la fertilización azufrada

Hasta la actualidad aún se presentan dificultades en establecer relaciones significativas y estables entre las respuestas a la fertilización y el contenido de S-SO_4^{2-} en suelo a la siembra, para una amplia gama de condiciones edafoclimáticas. Sin embargo, existen algunos estudios puntuales que resultan alentadores. Por ejemplo, en Argentina en 2012 se desarrolló una extensa red de experimentos de fertilización azufrada a campo en 22 sitios del sur de Santa Fe durante cuatro campañas y permitió establecer un umbral tentativo de 10 ppm de S-SO_4^{2-} (0-20 cm) para separar situaciones con y sin respuesta al agregado de S en trigo y soya de segunda. Las dificultades para establecer relaciones estables entre las respuestas y el contenido de S-SO_4^{2-} a la siembra de los cultivos obedecen a diferentes causas. Entre ellas, la presencia de S-SO_4^{2-} por debajo de la profundidad de muestreo o en el agua de capas freáticas cercanas; errores en la determinación de la concentración de S-SO_4^{2-} en los extractos de suelo.

En el ámbito agropecuario, el azufre elemental es utilizado principalmente como enmienda para corregir la alcalinidad de los suelos, aunque el uso como fertilizante azufrado también es frecuente, fundamentalmente formando parte de fertilizantes complejos. En el cuadro 1 se observan las características de los principales fertilizantes azufrados.

Fuente consultada

Romano, N. 2012. Azufre. Tomado de Manual de Fertilidad y evaluación de suelos. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Argentina. 162 p.