

# Enxofre

Hélio Lopes dos Santos  
 Carlos Alberto Vasconcelos  
 Gonçalo E. de França  
 Pesquisadores/CNPMS-EMBRAPA

Francisco Dias Nogueira  
 Pesquisador/EMBRAPA-EPAMIG

O enxofre apresenta-se no solo nas formas inorgânica e orgânica. Esta última, como componente de matéria orgânica, chega a constituir 75% do enxofre existente no solo.

Com o uso contínuo dos solos, o teor de enxofre tende a decrescer, em razão das perdas por erosão, maior intensidade na decomposição da matéria orgânica, remoção pelas culturas e lixiviação. Admite-se que 80% do enxofre, adicionado ao solo como fertilizante, se perde por lavagem (lixiviação), através do perfil do solo.

As aplicações de fertilizantes que possuem enxofre em sua composição, tais como sulfato de amônio (24% de S) e superfosfato simples (12% de S), provavelmente são as responsáveis pela ausência de respostas a este nutriente na maioria das culturas.

O crescente uso de fertilizantes mais concentrados (uréia, superfosfato triplo), que não possuem enxofre em sua composição, poderá contribuir de maneira significativa no aumento da resposta a este nutriente.

O enxofre é absorvido predominantemente na forma de  $SO_4^{-2}$ , podendo também ser absorvido em pe-

quenas quantidades na forma de  $SO_2$  (absorção foliar) e na forma de aminoácido. De modo geral, 20 kg de S/ha são suficientes para uma boa nutrição mineral nas culturas: arroz, milho, sorgo, soja, trigo, cana-de-açúcar, feijão e outras.

É um elemento de pouca mobilidade no interior das plantas, o que favorece o aparecimento da deficiência de S nas folhas mais novas. Estas folhas apresentam coloração entre verde-clara e amarela; causando, portanto redução no crescimento das plantas e atraso da maturação.

## ENXOFRE NO SOLO

O enxofre pode ser aplicado ao solo na forma de S elementar, na forma de sulfato de cálcio ou como componente de outros adubos.

No Quadro 1 encontram-se alguns dos principais fertilizantes que contêm enxofre na sua formulação e as respectivas percentagens.

Nos solos minerais bem arejados, o enxofre aparece principalmente na forma oxidada  $SO_4^{-2}$ , que é a preferencialmente absorvida pelos vegetais.

Adubo	% de Enxofre
Sulfato de cálcio (gesso)	19
Sulfato de potássio	18
Sulfato de potássio e magnésio	22
Sulfato de magnésio	13
Sulfato de amônio	24
Sulfato de cobre	13
Sulfato de zinco	18
Superfosfato simples	12

Ao lado desta, são encontradas outras diferentes formas de enxofre ligadas a compostos orgânicos, tais como aminoácidos livres, sulfatos orgânicos e ainda outras formas transitórias que acabam por oxidar-se em  $SO_4^{-2}$ .

Diversos fatores devem ser considerados, quando se estuda enxofre no solo: pH, teor de matéria orgânica, relação C/S e arejamento do solo.

A adição de calcário em solos ácidos normalmente favorece a mineralização de matéria orgânica e oxidação do S a  $SO_4^{-2}$ . A relação C/S é também importante, pois indica o equilíbrio entre a nutrição das plantas cultivadas e a atividade dos microorganismos existentes no solo.

Em solos com baixa aeração, solos inundados, o íon  $SO_4^{-2}$  é reduzido a  $H_2S$  (gás sulfídrico), que é tóxico para as plantas. Neste caso, é necessária a presença de ferro ( $Fe^{+2}$ ), que reage com o gás sulfídrico, produzindo o sulfeto ferroso. Ao estabelecer as condições de aeração do solo, imediatamente há formação de S elementar e sua oxidação em sulfato.

## RESULTADOS

No Brasil existem poucas informações sobre níveis de respostas de enxofre, para as diferentes culturas.

Em ensaios de vaso, McLung et al. (1958) obtiveram respostas à adição de enxofre em vários solos de São Paulo (Arenito de Bauru e Terra Roxa) e de Goiás (solos de campo).



A planta da esquerda não foi adubada com enxofre e apresentou sintomas de deficiência. Nota-se a diminuição do crescimento e o amarelecimento das folhas mais novas



Em Minas Gerais, são raros os trabalhos onde se avaliam as respostas deste elemento nas culturas de interesse econômico do Estado. Entretanto, é interessante notar que há um crescente esforço da pesquisa para obter informações que possam orientar o uso econômico deste nutriente.

Assim é que Freire et al. (1972), em trabalhos conduzidos em casa de vegetação, encontraram respostas significativas à aplicação de enxofre na produção de matéria seca de milho em três dos cinco solos estudados, indicando a real necessidade da fertilização com enxofre. Prosseguindo com seus estudos, Freire et al. (1974), trabalhando em solos de baixada do Vale do Sapucaí, encontraram respostas também positivas à aplicação do enxofre na cultura do milho. Das dez amostras de solo que receberam a aplicação de enxofre, quatro superficiais e três amostras subsuperficiais responderam à aplicação do elemento. Através da produção e dos teores de enxofre no solo e nas folhas, os autores estabeleceram o nível crítico do elemento no solo (3-5 ppm de enxofre sulfato), extraído pelo acetato de amônio e na planta (610-680 ppm). O nível crítico estabelece os teores limites de S no solo e na planta, a partir do qual não há mais resposta à aplicação do elemento.

Com a finalidade de observar a resposta do feijão "Rico 23" à aplicação do enxofre, boro e molibdênio, em um Podzólico Vermelho-amarelo Câmbico, fase terraço, Braga (1972) constatou que as maiores produções de grãos foram obtidas com a aplicação de boro, seguido do enxofre. Determinou também que 27 kg são necessários para a produção máxima.

Fontes et al. (1979), em casa de vegetação, estudaram a disponibilidade de enxofre em 12 Latossolos. Verificaram respostas significativas no segundo cultivo, à adição de enxofre, em sete solos estudados, na produção de matéria seca do sorgo granífero. Na determinação do nível crítico, o extrator Ca (H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>) HoAc foi o que apresentou os melhores resultados. Os níveis críticos variaram de 6 a 12 ppm de S no solo.

Alvarez V. et al. (1976) encontraram também respostas positivas na produção de matéria seca em plântulas de aveia, submetidas a tratamentos em condições de casa de vegetação.

Coqueiro et al. (1972), medindo a resposta do enxofre na produção de grãos de arroz de sequeiro, em um Latossolo Vermelho-escuro, fase cerrado, encontraram apenas tendências no aumento de produção de grãos.

#### REFERÊNCIAS

- ALVAREZ, V.H.; ESTEVÃO, M.M. BRAGA, J.M. & PINTO, O.C.B. Equilíbrio de formas disponíveis de fósforo e enxofre em dois latossolos de Minas Gerais. I. Equilíbrio de fósforo e enxofre. *Experimentiae*, 22 (1): 1-30, 1976.
- BRAGA, J.M. Resposta do feijoeiro "Rico 23" à aplicação de enxofre, boro e molibdênio. *Rev. Ceres*, Viçosa, 19 (103): 222-6, 1972.
- COQUEIRO, E.P.; FEIRE, A. de B. & PEREIRA, J. Efeito da aplicação do calcário e enxofre em cultura de arroz de sequeiro. In: REUNIÃO BRASILEIRA

- DE CERRADOS 2., Sete Lagoas, 1967. *Anais*. Sete Lagoas, IPEACO, p. 71-7.
- FREIRE, J.C.; LOPES, A.S.; AQUINO, L.H. de & CARVALHO, J.G. de. Influência do enxofre na produção de matéria seca do milho. *Agros*, Lavras, 2 (1) 35-46, 1972.
- FREIRE, J.C.; MATTOS, R.; SOUZA, J.J. de & BAHIA, F.G.T. de C. Resposta a níveis de enxofre em solos de baixada do Vale do Sapucaí - Minas Gerais. *Agros*, Lavras, 4 (1): 30-44, 1974.
- FONTES, M.P.F.; NOVAIS, R.F. & ALVAREZ V.H. Disponibilidade do enxofre por diferentes extratores químicos, em 12 Latossolos do Estado de Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO Ciência do Solo, 17, Manaus, 1979. *Anais do ... s.n.t. p. 50*.
- McLUNG, A.C.; FREITAS, L.M.M. & LOTT W.L. *Estudos sobre enxofre em solos de São Paulo*. São Paulo, IBEC. Research Institute. 1958. 31 p. (IBEC Research Institute, 17).