

### Adubação de Enxofre para a Cultura do Milho sob Plantio Convencional e Direto em Solo de Cerrado

Leo Nobre de Miranda<sup>1</sup>

Jeanne Christine Claessen de Miranda<sup>2</sup>

Foto: Leo Nobre de Miranda



Os solos dos Cerrados apresentam alta acidez e baixa disponibilidade de nutrientes para as plantas. O desenvolvimento das culturas nos diferentes sistemas de produção agrícola demanda a utilização de práticas adequadas de fertilização do solo. Trabalhos de pesquisa desenvolvidos no Cerrado têm mostrado que esses solos são deficientes em enxofre (S), ocorrendo respostas significativas de culturas anuais à adição desse nutriente. Torna-se necessário aplicar o enxofre para garantir o crescimento dessas plantas, cultivadas sob plantio convencional com preparo do solo ou sob plantio direto. Deve-se buscar informações sobre a resposta a doses de S e eficiência agrônômica dos insumos que contêm enxofre, no fornecimento de S para as plantas.

Na área experimental da Embrapa Cerrados, em Latossolo Vermelho argiloso, foi conduzido um trabalho para estudar os efeitos da adubação com enxofre na produtividade do milho (Cargil 901). Implantou-se um experimento em campo, em

seis blocos, todos sob preparo convencional do solo, com doses de S de 0 kg ha<sup>-1</sup>, 15 kg ha<sup>-1</sup>, 30 kg ha<sup>-1</sup> e 45 kg ha<sup>-1</sup> aplicadas anualmente no sulco de plantio, utilizando o gesso (CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O) em pó como fonte de enxofre. Foi acrescentado um tratamento adicional na dose de 15 kg ha<sup>-1</sup>, utilizando como fonte o enxofre elementar (S<sup>0</sup>) em pó.

A partir do segundo ano, o milho foi cultivado sob dois sistemas de plantio: três blocos sob preparo convencional com aração e gradagem e três blocos sob plantio direto, sem preparo do solo. O solo recebeu calcário para corrigir a acidez e elevar a saturação por bases para 50 %, além de adubação corretiva a lanço com macro e micronutrientes (P, K, Zn, Mn, Cu, B). As doses de enxofre foram aplicadas junto com a adubação de manutenção (N, P, K) no sulco de plantio. Nas terceira e quinta semanas após a germinação, efetuou-se a adubação nitrogenada em cobertura. Foram tomadas amostras de folhas do milho, na fase de embonecamento, para análise do teor de nutrientes.

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, Ph.D., pesquisador da Embrapa Cerrados, leo@cpac.embrapa.br

<sup>2</sup> Bióloga, Ph.D., pesquisadora da Embrapa Cerrados, jeanne@cpac.embrapa.br

O solo apresenta a textura argilosa e tem, em condições naturais, elevada acidez, altos teores de alumínio trocável e baixos teores de nutrientes. A análise do solo na profundidade de 0 cm a 20 cm mostrou as seguintes características: pH em água (1:2,5) = 5,1;  $Al^{3+} = 0,93 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $Ca^{2+} + Mg^{2+} = 0,18 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $K^+ = 23 \text{ mg dm}^{-3}$ ;  $P = 1,2 \text{ mg dm}^{-3}$ ; saturação por bases (V) = 3,7%; argila =  $590 \text{ g dm}^{-3}$ ; silte =  $80 \text{ g dm}^{-3}$  e areia =  $330 \text{ g dm}^{-3}$ . O teor de enxofre (S) extraído com fosfato monocalcico 0,01M foi de  $2,5 \text{ mg dm}^{-3}$ .

Serão apresentados somente os resultados obtidos nos segundo e terceiro cultivos que permitem a comparação entre os dois sistemas de plantio – o convencional e o direto. Os dados mostram a resposta do milho à aplicação do enxofre com acréscimos significativos de produtividade de grãos (Tabelas 1 e 2). Todos os tratamentos com enxofre apresentaram produtividades superiores à da testemunha. A análise foliar das plantas mostrou teores crescentes de enxofre nas folhas, em função das doses de enxofre aplicadas.

**Tabela 1.** Produtividade de grãos e teor de enxofre nas folhas de milho, em resposta a doses de enxofre no sulco de plantio, com gesso e enxofre elementar (S<sup>0</sup>), sob plantio direto (PD) e convencional (PC - aração e gradagem), em Latossolo Vermelho argiloso. Dados médios de três repetições, 2000/2001.

Doses de enxofre (S)	Produtividade de grãos			Teor de S foliar		
	PD	PC	Média	PD	PC	Média
	kg ha <sup>-1</sup>			g kg <sup>-1</sup>		
0	5.620	7.293	6.457 c	0,93	1,03	0,98 c
15 - Gesso	7.461	8.511	7.986 b	1,53	1,53	1,53 ab
30 - Gesso	7.732	8.711	8.222 ab	1,65	1,70	1,68 ab
45 - Gesso	7.778	9.132	8.455 a	1,70	1,76	1,73 a
15 - S <sup>0</sup>	7.311	8.366	7.839 b	1,45	1,54	1,49 b
Média	7.180 b	8.403 a		1,45 b	1,51 a	

Médias seguidas da mesma letra na linha e na coluna não diferem estatisticamente (Duncan 5 %).

**Tabela 2.** Produtividade de grãos e teor de enxofre nas folhas de milho, em resposta a doses de enxofre no sulco de plantio, com gesso e enxofre elementar (S<sup>0</sup>), sob plantio direto (PD) e convencional (PC - aração e gradagem), em Latossolo Vermelho argiloso. Dados médios de três repetições, 2001/2002.

Doses de enxofre (S)	Produtividade de grãos			Teor de S foliar		
	PD	PC	Média	PD	PC	Média
	kg ha <sup>-1</sup>			g kg <sup>-1</sup>		
0	5.364	5.986	5.675 d	1,25	1,30	1,28 c
15 - Gesso	5.943	7.127	6.535 c	1,48	1,54	1,51 b
30 - Gesso	6.668	7.559	7.113 b	1,54	1,61	1,57 b
45 - Gesso	7.753	8.151	7.952 a	1,72	1,74	1,73 a
15 - S <sup>0</sup>	5.834	7.159	6.497 c	1,44	1,54	1,49 b
Média	6.312 b	7.196 a		1,49 b	1,55 a	

Médias seguidas da mesma letra na linha e na coluna não diferem estatisticamente (Duncan 5 %).

A produtividade máxima do milho variou entre 8.151 kg ha<sup>-1</sup> e 9.132 kg ha<sup>-1</sup>, e os tratamentos testemunha sem enxofre apresentaram produtividades significativamente menores. As plantas cultivadas sob plantio convencional, com preparo do solo, produziram, em média, 800 kg ha<sup>-1</sup> a 1200 kg ha<sup>-1</sup> de grãos a mais que sob plantio direto e apresentaram teores superiores de enxofre foliar.

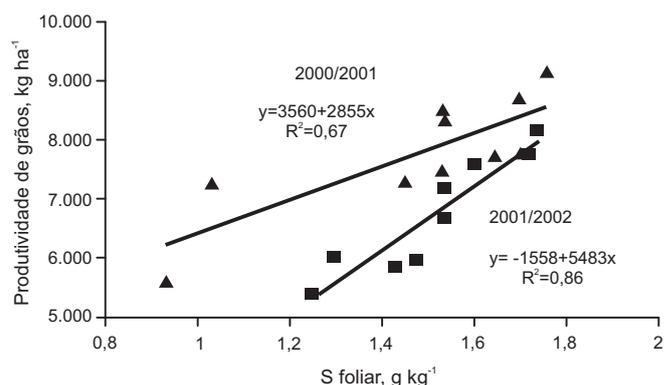
Considerando-se a média dos tratamentos sob os dois sistemas de plantio, a produtividade de grãos do milho foi significativamente maior para a dose de 45 kg ha<sup>-1</sup> de S com gesso, com um acréscimo entre 2.000 kg ha<sup>-1</sup> a 2.300 kg ha<sup>-1</sup> de grãos em relação ao tratamento sem enxofre. Nas doses de 30 kg ha<sup>-1</sup> e 45 kg ha<sup>-1</sup> de S com gesso, o teor de enxofre nas folhas do milho sob os dois sistemas de plantio está na faixa considerada adequada, entre 1,6 g kg<sup>-1</sup> e 1,8 g kg<sup>-1</sup>. O enxofre elementar (S<sup>o</sup>) mostrou produtividade semelhante à do gesso na mesma dose de 15 kg ha<sup>-1</sup> de S.

O acréscimo de produtividade do milho foi proporcional ao aumento no teor foliar de enxofre (Fig. 1). Ocorreu uma relação linear positiva entre esses dois parâmetros nos dois cultivos sob os dois sistemas de plantio. Para o mesmo teor de enxofre absorvido, a produtividade obtida foi maior no ano agrícola 2000/2001, independentemente do sistema de plantio direto ou convencional.

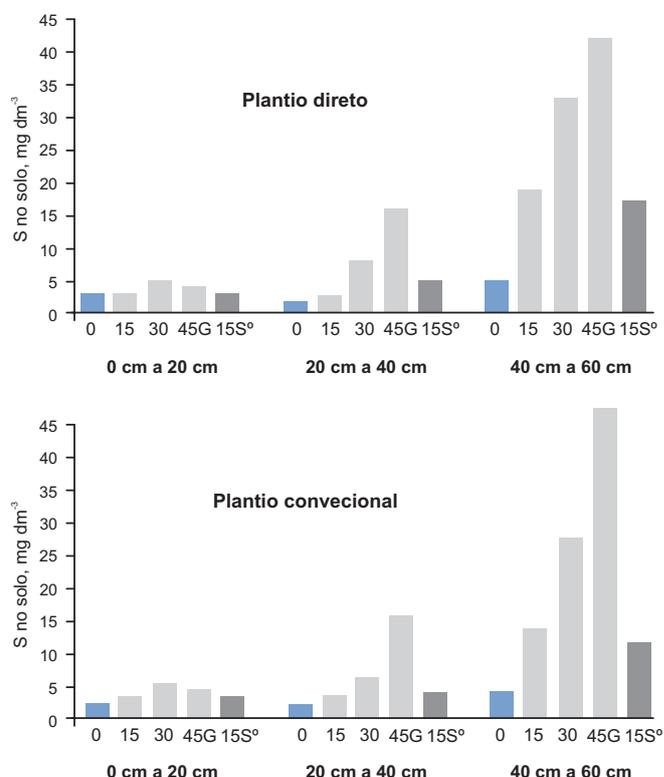
O enxofre aplicado junto com a adubação de manutenção no sulco de plantio se movimenta rapidamente no perfil do solo. Pode-se observar que o teor de S no solo aumentou com as doses de adubação desse nutriente. A análise do solo após o último cultivo de milho mostra a ocorrência de maior concentração de S na camada de 40 cm a 60 cm de profundidade. Nas doses de 15 kg ha<sup>-1</sup> e 30 kg ha<sup>-1</sup> de S, houve tendência de maior acúmulo de enxofre no perfil do solo cultivado sob plantio direto (Fig. 2).

Os dados experimentais mostram que o solo apresenta deficiência de enxofre, sendo necessário aplicar esse nutriente para o cultivo de milho sob plantio direto ou convencional. A dose adequada de adubação está entre 30 kg ha<sup>-1</sup> e 45 kg ha<sup>-1</sup> de enxofre na forma de gesso em pó, aplicados anualmente no sulco de plantio. Essa adubação pode promover acréscimos médios de produtividade

de grãos do milho entre 30 % e 35 %. O gesso é uma fonte eficiente no fornecimento do nutriente enxofre, sendo semelhante ao enxofre elementar em pó. No solo corrigido, o enxofre, na forma de sulfato, movimenta-se rapidamente no perfil do solo, acumulando abaixo da camada arável, principalmente na camada de 40 cm a 60 cm de profundidade.



**Fig. 1.** Relação entre a produtividade de grãos e o teor de enxofre nas folhas de milho cultivado com doses de enxofre no sulco, sob plantio direto e convencional, em Latossolo Vermelho argiloso. Dados médios de três repetições.



**Fig. 2.** Teor de enxofre nas camadas de 0 cm a 20 cm, 20 cm a 40 cm e 40 cm a 60 cm no perfil do solo, após os três cultivos de milho, com doses de enxofre no sulco, com gesso (G) e enxofre elementar (S<sup>o</sup>). Cultivo sob plantio direto e convencional em Latossolo Vermelho argiloso. Dados médios de três repetições.

## Referências

- CECOTTI, S. P. Sulphur fertilizers: an overview of commercial developments and technological advances. **Sulphur in Agriculture**, Washington, DC, v. 18, p. 58-64, 1994.
- COUTO, W.; RITCHEY, K. D. Enxofre. In: GOEDERT, W. J. (Ed.). **Solos dos Cerrados: tecnologias e estratégias de manejo**. São Paulo: Nobel; Brasília, DF: EMBRAPA-CPAC, 1986. 422 p.
- REIN, T. A.; SOUSA, D. M. G. Adubação com enxofre. In: SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. (Ed.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2002. 416 p.
- REIN, T. A.; SOUSA, D. M. G. Efeito do tamanho de partículas na eficiência agrônômica do enxofre elementar e do gesso agrícola num Latossolo dos Cerrados. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 23., 1998, Lavras. **Resumos...** Lavras: UFLA/SBCS/SBM, 1998. p. 176.
- RELATÓRIO TÉCNICO ANUAL DO CENTRO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DOS CERRADOS 1978-1979. Planaltina, DF: EMBRAPA-CPAC, 1980. p. 48-49.
- RELATÓRIO TÉCNICO ANUAL DO CENTRO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DOS CERRADOS 1991-1995. Planaltina, DF: EMBRAPA-CPAC, 1997. p. 83-87.
- VILELA, L.; RICKEY, K. D.; SILVA, J. E. Resposta da soja e do milho ao enxofre num latossolo vermelho-escuro sob vegetação de cerrado do Distrito Federal. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 19, p. 281-285, 1995.

## Sulphur Fertilization for Corn under Conventional and No-tillage Planting Systems in a Cerrado Red Latosol

**Abstract:** *The Cerrado soils are acid with low levels of nutrients like sulphur (S), being necessary to apply that nutrient to grow crops. The effects of sulphur fertilization in an Oxisol, were evaluated for corn under conventional tillage (disk plowing and harrowing) and no-tillage planting systems. The results showed a significant increase in corn grain production due to the effect of S level. Gypsum and powder Elemental Sulphur had similar effects as a source of S. The best yields were obtained with 30 kg ha<sup>-1</sup> to 45 kg ha<sup>-1</sup> of S as Gypsum. There was a direct relation between corn production and leaf concentration of sulphur. The band applied Sulphur moved down quickly in the soil profile and accumulated mainly at the 40 cm-60 cm soil layer.*

*Index terms: sulphate fertilizer, soil preparation, sulphate movement.*

### Comunicado Técnico, 143

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:  
**Embrapa Cerrados**  
**Endereço:** BR 020 Km 18 Rod. Brasília/Fortaleza  
 Caixa postal: 08223 CEP 73310-970  
**Fone:** (61) 3388-9898 **Fax:** (61) 3388-9879  
 sac@cpac.embrapa.br

Impresso no Serviço Gráfico da Embrapa Cerrados

1ª edição

1ª impressão (2008): 200 exemplares

Ministério da  
 Agricultura, Pecuária  
 e Abastecimento



### Comitê de publicações

**Presidente:** José de Ribamar N. dos Anjos  
**Secretária Executiva:** Maria Edilva Nogueira

### Expediente

**Supervisão editorial:** Fernanda Vidigal Cabral de Miranda

**Revisão de texto:** Fernanda Vidigal Cabral de Miranda  
**Editoração eletrônica:** Wellington Cavalcanti

**Impressão e acabamento:** Divino Batista de Souza  
 Alexandre Veloso