

EFEITO DE NÍVEIS DE ENXOFRE SOBRE QUATRO GRAMÍNEAS FORRAGEIRAS TROPICAIS EM SOLOS SOB VEGETAÇÃO DE CERRADO DO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL, BRASIL¹

JOSÉ CARLOS CASAGRANDE e OSNI CORREA DE SOUZA²

RESUMO - Foram estudadas, em casa de vegetação, as respostas de capim-gordura (*Melinis minutiflora* cv. Cabelo-de-Negro), jaraguá (*Hyparrhenia rufa*), braquiária (*Brachiaria decumbens* tipo Australiana) e setária (*Setaria anceps* cv. Kazungula), a cinco níveis de enxofre, em três solos sob vegetação de cerrado do Estado de Mato Grosso do Sul: Areia Quartzosa Distrófica, Latossolo Vermelho-Escuro Álico fase cerrado e Latossolo Vermelho-Escuro Distrófico fase cerrado. Os níveis de enxofre aplicados foram: 0, 15, 30, 45 e 60 kg/ha. A avaliação foi feita através da produção de matéria seca e da observação de sintomas visuais de deficiência de enxofre. Foram feitos três cortes, a saber: aos 50, 95 e 150 dias após a germinação das sementes. A maior frequência de resposta ao enxofre nos três solos estudados ocorreu com a aplicação de até 30 kg/ha de S, sendo o capim-gordura e a braquiária os que mais responderam com o aumento de produção de matéria seca.

Termos para indexação: deficiência de enxofre, cerrados, *Melinis minutiflora*, *Hyparrhenia rufa*, *Brachiaria decumbens*, *Setaria anceps*.

EFFECT OF SULPHUR LEVELS ON FOUR TROPICAL GRASSES IN "CERRADO" SOILS OF "MATO GROSSO DO SUL", BRAZIL

ABSTRACT - A greenhouse experiment was conducted to evaluate responses of four tropical grasses, "gordura" (*Melinis minutiflora* cv. Cabelo de Negro) "jaraguá" (*Hyparrhenia rufa*), "braquiária" (*Brachiaria decumbens* australian type) and "setária" (*Setaria anceps* cv. kazungula) to five levels of sulphur (0, 15, 30, 45 and 60 kg/ha) in two "cerrado" Oxisols and one Entisol. Cuttings were done at 50, 95 and 150 days after plant emergency. Besides dry matter production visible symptoms of sulphur deficiency were observed through the experiment. Greater responses were associated with sulphur rates up to 30 kg/ha. Molasses grass and brachiaria were the most responsive species.

Index terms: sulphur deficiency, "Cerrados", *Melinis minutiflora*, *Hyparrhenia rufa*, *Brachiaria decumbens*, *Setaria anceps*.

INTRODUÇÃO

McClung & Freitas (1959), estudando três latossolos do Estado de Goiás e uma Terra Roxa do Estado de São Paulo, em casa de vegetação, com azevém e alfafa, encontraram resposta a enxofre nos quatro solos, sempre que foi aplicado fósforo. Foi levantada a hipótese de que repetidas queimadas, em solos sob vegetação de cerrado, conduzam a perdas de enxofre e conseqüente empobrecimento do solo. Cerca de 75% do enxofre contido na matéria seca das gramíneas foi volatilizado durante a queima simulada em condições de campo. Isto, aliado ao fato de o enxofre nas cinzas das plantas ser ainda susceptível a perda por lixiviação, pode-

ria explicar o tão baixo nível do elemento no solo. McClung et al. (s.d.) estudaram o efeito de doses crescentes de enxofre (0, 20, 40, 80 e 160 kg de S/ha), tendo como planta indicadora o *Pennisetum glaucum*. Foram estudadas seis regiões do Estado de São Paulo e uma de campo cerrado de Goiás. O maior aumento de produção de matéria seca foi observado no solo de campo cerrado, onde o tratamento sem enxofre produziu apenas 0,1 g em comparação com os 13,8 g produzidos no tratamento que recebeu enxofre. As respostas máximas foram obtidas com a aplicação de 20 kg de S/ha. Em apenas dois casos os rendimentos máximos foram obtidos com a adição de 40 kg de S/ha. Os autores não observaram resposta significativa quando o enxofre foi o único elemento aplicado. Tendo em vista que o fósforo e o nitrogênio foram quase sempre limitantes, concluíram que "enquanto não se elevarem os níveis desses elementos, o teor de enxofre será suficiente na maior parte dos casos". Quinn et al. (1961), em ensaio com animais, em

¹ Aceito para publicação em 6 de agosto de 1981.

² Eng^o Agr^o, M.Sc., Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte (CNPGC) - EMBRAPA, Caixa Postal 154, CEP 79100 - Campo Grande, MS.

³ Eng^o Agr^o EMBRAPA/CNPGC.

solo originário de arenito bauru, cultivado com *Panicum maximum*, não observaram resposta a enxofre no primeiro ano, na presença ou na ausência de nitrogênio. No segundo ano, houve significativo aumento na quantidade de nutrientes digestíveis totais por hectare, na capacidade de lotação dos pastos e no peso vivo ganho por hectare onde foram aplicados 60 kg de S/ha na presença de 200 kg de N/ha. A fertilização com fósforo e enxofre, sem nitrogênio, não apresentou vantagem econômica na produção de carne. A exploração de novas áreas, com reservas aparentemente pequenas de enxofre, tem acarretado deficiências deste elemento às plantas, principalmente em solos sob vegetação de cerrado. Aliada a este fato, existe a substituição de adubos tradicionalmente portadores de enxofre por adubos mais concentrados, sem quantidades adequadas deste macronutriente. Esses adubos concentrados propiciam maiores produções e, conseqüentemente, maiores extrações de enxofre do solo, sem haver adequada adição do mesmo, propiciando o agravamento do quadro de deficiência (Malavolta 1976). Esta preocupação está levando a indústria de fertilizantes a desenvolver adubos concentrados que contenham enxofre na sua composição. Atualmente, está se difundindo o uso do fosfogesso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), obtido como subproduto na obtenção do ácido fosfórico, utilizado na fabricação do superfosfato triplo e fosfatos de amônio, o qual pode ser utilizado na fertilização do solo como fonte de enxofre às plantas.

Este trabalho teve por objetivo avaliar o potencial de três solos sob vegetação de cerrado quanto ao enxofre, quando cultivado com quatro gramíneas tropicais na presença de cinco níveis deste macronutriente secundário.

MATERIAL E MÉTODOS

Este ensaio foi conduzido em casa de vegetação, no Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte, utilizando-se três tipos de solos do Estado de Mato Grosso do Sul, representativos de áreas sob vegetação de cerrado, coletados à profundidade de até 20 cm e identificados como: Areia Quartzosa Distrófica (AQd₄) e Latossolo Vermelho-Escuro Distrófico fase cerrado (LEd₁₃), descritos pela Divisão de Pesquisa Pedológica do Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária-DNPEA (Brasil. Ministério da Agricultura 1971) e Latossolo Vermelho-Escuro Álico fase cerrado (LEa₁), "pertencente à área física do CNPGC,

descrito pelo Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária 1979).

O pH foi determinado em água, na relação solo:solução 1,0:2,5; o fósforo e o potássio, pelo método Carolina do Norte; o alumínio, cálcio e magnésio foram extraídos com KCl 1N, sendo os dois últimos determinados através do espectrofotômetro de absorção atômica. As análises físicas foram tomadas dos respectivos levantamentos.

As análises químicas dos solos antes de receberem os tratamentos, e as análises físicas, são mostradas na Tabela 1.

Os solos foram secados ao ar, passados em peneira de malha de 5 mm de abertura, homogeneizados e distribuídos em sacos plásticos com 2 kg. Os tratamentos, dispostos em delineamento inteiramente casualizado, com três repetições para cada tipo de solo, consistiram da aplicação de cinco níveis de enxofre: 0, 15, 30, 45 e 60 kg de S/ha, na forma de H_2SO_4 . As quantidades dos nutrientes empregados na adubação básica, em kg/ha, foram: 300 de N (NH_2CONH_2); 200 de P (H_3PO_4); 300 de K (KCl); 100 de Ca ($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$); 30 de Mg ($\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$); 1 de B (H_3BO_3); 3 de Cu ($\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$); 0,4 de Mo ($\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$); e 4 de Zn (ZnCl_2). O solo AQd₄ também recebeu 2 de Fe ($\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$) e 2 de Mn ($\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$). Foram aplicados 200 kg de N no início, 50 kg após o primeiro corte e 50 kg após o segundo. O potássio também foi subdividido como o nitrogênio.

Após a aplicação dos tratamentos, os vasos foram novamente homogeneizados, umedecidos e semeados com 50 sementes de *Melinis minutiflora* cv. Cabelo-de-Negro (gordura), *Hyparrhenia rufa* (jaraguá), *Brachiaria decumbens* tipo "australiana" (braquiária) e *Setaria anceps* cv. kazungula (setária). Foi feito desbaste dez dias após a germinação, permanecendo seis plantas por vaso. Fez-se o controle de umidade através de pesagens.

A avaliação consistiu na determinação da matéria seca da parte aérea em estufa a 65°C e na observação de sintomas visuais de deficiência de enxofre. Foram feitos três cortes a saber: aos 50, 95 e 150 dias após a germinação das sementes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o desenvolvimento do experimento, foram feitas observações visuais sobre os sintomas de deficiência de enxofre nas gramíneas forrageiras utilizadas: estes se iniciam com o amarelecimento das folhas mais novas; progridem, acentuando a clorose e com o aparecimento de manchas avermelhadas irregulares ao longo do limbo, acompanhado de menor desenvolvimento da planta. O avermelhamento normalmente se inicia no ápice, tendendo para a folha toda, evoluindo para necrose, finalizando com a morte da mesma. Este processo,

TABELA 1. Resultados das análises químicas e físicas dos solos AQd₄, LE_d₁₃ e LEa₁.

Solos	pH	M.O.	Al	Ca	Mg	P	K	Areia	Silte	Argila
		%	me/100 g TFSA			ppm		%		
AQd ₄	4,3	1,07	0,52	0,30	0,06	3,6	14	89	5	6
LE _d ₁₃	4,0	1,80	0,90	0,25	0,05	1,6	25	79	6	15
LEa ₁	4,0	3,10	1,40	0,90	0,21	1,0	38	57	8	35

que se inicia pelas folhas mais jovens, acaba por atingir a planta toda.

As produções de matéria seca das quatro gramíneas forrageiras, testadas nos três solos sob vegetação de cerrado, foram comparadas pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade. No solo AQd₄, todas as gramíneas responderam significativamente até a 30 kg de S/ha, com exceção do capim-jaraguá, que respondeu até a 15 kg de S/ha. No solo LEa₁, o capim-braquiária respondeu a todos os níveis, ou seja, até a 60 kg de S/ha. As demais forrageiras mostraram aumento significativo de produção de matéria seca até 30 kg de S/ha. Os capins jaraguá e setária apresentaram decréscimo de produção no nível mais alto. No solo LE_d₁₃, o capim setária apresentou resposta significativa até 30 kg de S/ha, e os capins gordura, jaraguá e braquiária, até o nível de 45 kg de S/ha. Considerando-se todos os solos, a maior frequência de resposta ao enxofre ocorreu com a aplicação de até 30 kg por hectare. McClung & Quinn (1959) verificaram que a aplicação de 20 a 40 kg de S/ha em solo franco arenoso, cultivado com *Paspalum notatum*, foi suficiente para obter resultados de produção de matéria seca próximos do ótimo. Sanches (1976) cita que, em geral, 10 a 40 kg de S/ha são suficientes para prevenir a deficiência de enxofre nos solos.

Considerando-se a percentagem de incremento de produção de matéria seca de zero a 45 kg de S/ha (dose que proporcionou as maiores produções de matéria seca), os capins gordura e braquiária foram os que mais responderam à adição de enxofre (Tabela 2).

Segundo Neller (1959), existe, geralmente, sulfato extraível no solo em proporção direta ao seu conteúdo de argila. Os solos utilizados (oxissolos e

TABELA 2. Percentagem de incremento de produção de matéria seca de zero a 45 kg de S/ha para as quatro gramíneas nos três solos estudados.

Gramíneas	Solos		
	AQd ₄	LEa ₁	LE _d ₁₃
	%		
Braquiária	65*	59	80
Gordura	66	65	78
Setária	54	51	73
Jaraguá	58	56	81

* Cálculos baseados na média de produção de matéria seca de três vasos em três cortes.

entissolos), principalmente os solos AQd₄ e LE_d₁₃, com 6 e 15% de argila, respectivamente, apresentam ausência de gradientes textural ao longo do perfil e condições de relevo que propiciam a infiltração das águas das chuvas, facilitando, portanto, a lixiviação deste ânion.

O baixo teor de argila, aliado ao baixo teor de matéria orgânica de alguns solos bem arejados sob vegetação de cerrado, tornam mais agudo o problema da deficiência de enxofre às plantas. Mais de 70% do enxofre total do solo (Jordan & Ensminger 1958) pode estar na forma orgânica, sendo esta forma uma importante reserva para as plantas superiores. Pode-se observar, através das Fig. 1, 2 e 3, que praticamente em todos os casos a produção de matéria seca no nível zero de enxofre foi maior para as gramíneas cultivadas no LEa₁, o qual apresenta maior teor de matéria orgânica.

É importante frisar que as respostas obtidas pela adição de enxofre ocorreram na presença de altos níveis de nitrogênio e fósforo (300 e 200 kg/ha respectivamente), os quais normalmente são

nutrientes limitantes em solos sob vegetação de cerrado, pois, segundo McClung et al. (s.d.), o teor de enxofre será suficiente na maioria dos casos se os níveis desses dois nutrientes não forem elevados. Fica portanto evidenciada a necessidade de adição de enxofre nos solos sob vegetação de cerrado quando se pretende elevar os níveis de produção de gramíneas forrageiras através da adição de adubos concentrados que não o contêm. O fosfogeno, com 15% de enxofre, pode ser uma fonte alternativa de adição desse nutriente ao solo. Para tanto, deve ser levado em conta o custo com transporte, pois o preço por tonelada no local de produção é bastante reduzido.

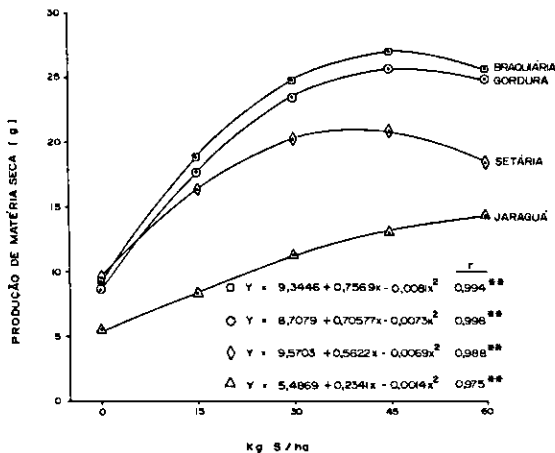


FIG. 1. Produção de matéria seca em função de cinco níveis de enxofre aplicado no solo AqD₄.

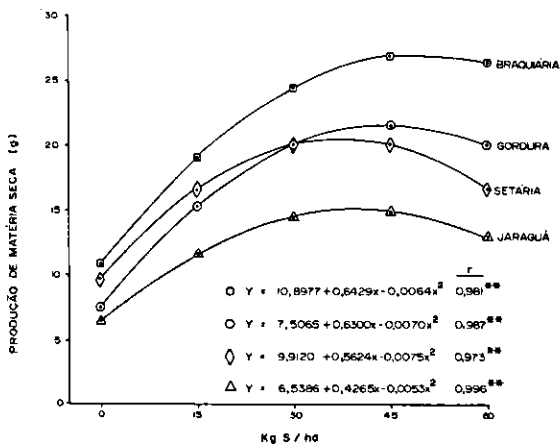


FIG. 2. Produção de matéria seca em função de cinco níveis de enxofre aplicado no solo LEa₁.

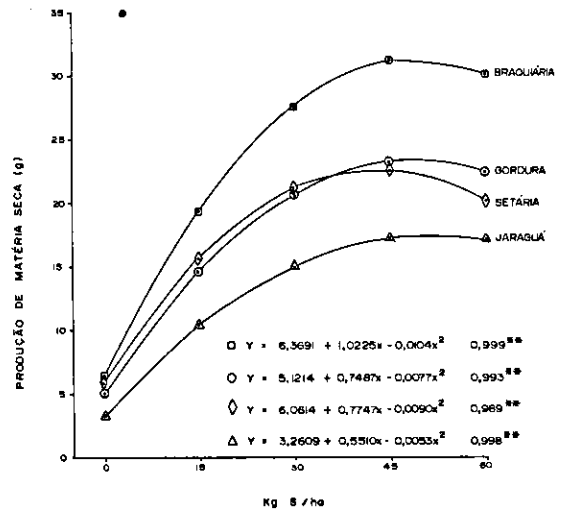


FIG. 3. Produção de matéria seca em função de cinco níveis de enxofre aplicado no solo LE₁₃.

O comportamento das quatro gramíneas forrageiras (Fig. 1, 2 e 3) foi semelhante nos três solos, isto é, foi independente dos mesmos.

CONCLUSÕES

1. A maior frequência de resposta ao enxofre nos três solos estudados ocorreu com a aplicação de 30 kg por hectare.
2. Todas as gramíneas responderam à adição do enxofre ao solo, sendo os capins gordura e braquiária os que mais responderam em aumento de produção de matéria seca.
3. Todos os solos mostraram-se extremamente deficientes em enxofre quando este nutriente não foi adicionado.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária. Divisão de Pesquisa Pedológica. Levantamento e reconhecimento dos solos do Sul do Estado de Mato Grosso. Rio de Janeiro, 1971. 839p. (DNPEA. Boletim Técnico, 18).
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Rio de Janeiro, RJ. Levantamento e reconhecimento detalhado dos solos da área do Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte, Mato Grosso do Sul. Rio de Janeiro, 1979. 265p. (Boletim Técnico, 59).

- JORDAN, H.V. & ENSMINGER, L.E. The role of sulfur in soil fertility. *Adv. Agron.*, 10:407-34, 1958.
- MALAVOLTA, E. *Manual de química agrícola: nutrição de plantas e fertilidade do solo*. São Paulo, Agron. Ceres, 1976. 528p.
- MCCLUNG, A.C. & FREITAS, L.M.M. Sulfur deficiency in soils from brazilian campos. *Ecology*, 40(2):315-7, 1959.
- MCCLUNG, A.C.; FREITAS, L.M.M. & LOTT, W.L. *Estudos sobre o enxofre em solos de São Paulo*. New York, IBEC Research Institute, s.d., 31p. (IBEC Research Institute. Boletim, 17).
- MCCLUNG, A.C. & QUINN, L.R. Resposta da grama batatais (*Paspalum notatum*) às aplicações de enxofre e fósforo. New York, IBEC Research Institute, 1959. 16p. (IBEC Research Institute. Boletim, 18).
- NELLER, J.R. Extractable sulfate-sulfur in soils of Florida in relation to amount of clay in the profile. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 23:346-48, 1959.
- QUINN, L.R.; MOTT, G.O. & BISSCHOFF, W.V.A. *Fertilização de pastos de capim colônião e produção de carne com novilhos zebu*. New York, IBEC Research Institute, 1961, 40p. (IBEC Research Institute, Boletim, 4).
- SANCHES, P.A. *Properties and management of soils in the tropics*. Raleigh, John Wiley & Sons, Inc., 1976. 618p.