

APLICAÇÃO DE NÍVEIS DE ENXOFRE NA FORMA DE GESSO PARA CULTIVO DO CAPIM-COLONIÃO EM DOIS SOLOS ARENOSOS DO ESTADO DE SÃO PAULO (1)

(Guinea grass responses to sulfur as gypsum in an Entisol and an Ultisol from Brazil)

FRANCISCO ANTONIO MONTEIRO (2) e JOSÉ MONTEIRO CARRIEL (3)

RESUMO: Em experimento de vasos conduzido em casa de vegetação do Instituto de Zootecnia, em Nova Odessa, SP, o capim-colonião comum (*Panicum maximum* Jacq.) foi cultivado em um solo Areias Quartzosas, de Brotas, SP, e em um Podzólico Vermelho-Amarelo variação Laras, de Nova Odessa, nos quais foram aplicados cinco níveis de enxofre (0, 30, 60, 90 e 120 kg/ha), na forma de gesso. Utilizou-se o delineamento de blocos ao acaso, com quatro repetições. As respostas do capim-colonião aos níveis de enxofre foram muito mais evidentes no solo Areias Quartzosas do que no Podzólico. A máxima produção de matéria seca do capim no solo de Brotas será obtida mediante a aplicação de 75 kg de S/ha. Em qualquer dos solos, um mínimo de 30 a 40 kg de S/ha foi necessário para a gramínea ter de 0,08 a 0,12% de S na parte aérea, bem como apresentar uma relação N:S de 13,7:1. A aplicação de níveis de gesso resultou em acréscimos na porcentagem de cálcio e em decréscimos na porcentagem de potássio no tecido vegetal, bem como contribuiu para elevar o teor de cálcio trocável e diminuir o pH determinado em água, em ambos os solos.

INTRODUÇÃO

A deficiência de enxofre em cultura e plantas forrageiras tem sido relatada nas mais variadas partes do mundo. Nas regiões tropicais, frequentemente se encontram baixas concentrações de enxofre disponível no volume do solo explorado pelas raízes, em especial nos solos arenosos e pobres em matéria orgânica (KAMPRATH & TILL, 1983).

A aplicação de enxofre a vários tipos de solo tem proporcionado significativos aumentos na produção de matéria seca de gramíneas pertencentes a uma série de gêneros e cultivadas nas regiões tropicais e subtropicais (McCLUNG & QUINN, 1959; McCLUNG et alii, 1959; WERNER et alii, 1967; WOODHOUSE, 1969; CASAGRANDE & SOUZA, 1982; HADDAD, 1983; DYNIA & CUNHA, 1984 e

(1) Parte do Projeto IZ-011/76. Realizado com recursos parciais do acordo IZ/Ultrafertil S. A., Indústria e Comércio de Fertilizantes. Recebido para publicação em abril de 1987.

(2) Da Seção de Nutrição de Plantas Forrageiras, Divisão de Nutrição Animal e Pastagens. Bolsista do CNPq.

(3) Da Seção de Nutrição de Plantas Forrageiras, Divisão de Nutrição Animal e Pastagens.

MALAVOLTA et alii, 1984). Também significativos incrementos na concentração de enxofre em gramíneas forrageiras foram reportados por WOODHOUSE (1969), HADDAD (1983) e MALAVOLTA et alii (1984).

Paralelamente à carência de enxofre nas plantas em nossas condições, a indústria nacional de fertilizantes fosfatados tem obtido o gesso agrícola como subprodu-

to na produção de ácido fosfórico. Segundo VITTI & MALAVOLTA (1985), cerca de sete milhões de toneladas de gesso agrícola podem vir a ser produzidas anualmente no Brasil.

O presente trabalho objetivou estudar os efeitos do gesso aplicado a dois solos arenosos do Estado de São Paulo na produção e composição mineral do capim-colonião (*Panicum maximum* Jacq.).

MATERIAL E MÉTODOS

Experimentos em vasos com capim-colonião comum (*Panicum maximum* Jacq.) foram desenvolvidos no período de novembro a janeiro, em casa de vegetação do Instituto de Zootecnia, em Nova Odessa, SP. Foram empregados um solo Areias Quartzosas, procedente do cerrado de Brotas, SP, e um solo Podzólico Vermelho-Amarelo variação Larras, de Nova Odessa. Cada solo foi coletado à profundidades de 0 a 30 cm, secado à sombra, homogeneizado e peneirado para ser colocado nos vasos. Utilizaram-se vasos de cerâmica pintados internamente com tinta impermeabilizante, revestidos com sacos plásticos e contendo 5,7 e 5,0 kg de terra, respectivamente.

As análises granulométrica e química das amostras dos solos de Brotas e de Nova Odessa revelaram, respectivamente, 5,7% e 4% de areia grossa, 33% e 81% de areia fina, 1% e 2% de limo, 9% e 13% de argila, 1,9% e 2,8% de matéria orgânica, pH = 5,3 e 5,2, Al^{3+} trocável = 0,45 e 0,85 e.mg/100 ml, Ca^{2+} trocável = 0,5 e 0,2 e.mg/100 ml, Mg^{2+} trocável = 0,1 e 0,1 e.mg/100 ml, K^+ trocável = 12 e 53 µg/ml e P extraível = 16 e 1 µg/ml.

Os tratamentos compreenderam cinco níveis de enxofre aplicados na forma de gesso ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$ reagente analítico) e foram distribuídos em blocos ao acaso, com quatro repetições. O enxofre foi testado nas doses correspondentes a 0, 30, 60, 90 e 120 kg/ha.

A correção da acidez do solo foi efetuada através da mistura de reagentes analíticos CaO e MgO aos solos de Brotas e Nova Odessa, respectivamente, em doses correspondentes a 0,68 e 1,28 t de calcário (23,3% CaO e 15,5% MgO) por hectare. Imediatamente após a calagem adicionou-se água deionizada até atingir a capacidade de campo dos solos e deixou-se em incubação por 44 dias.

A semeadura do capim-colonião foi realizada diretamente nos vasos e após sucessivos desbastes deixaram-se quatro plantas por vaso.

Por ocasião do plantio foi empregada uma adubação básica com nitrogênio (30 kg/ha, como uréia), fósforo (120 kg de P_2O_5 /

ha, como $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$), potássio (90 kg de K_2O /ha, como KCl), boro (0,5 kg/ha, como H_3BO_3), cobre (2,0 kg/ha, como quelato de cobre), zinco (2,0 kg/ha, como quelato de zinco) e molibdênio (0,25 kg/ha, como $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Aos 22 dias após a semeadura efetuou-se uma adubação nitrogenada (na forma de uréia) em cobertura e correspondente a 70 kg de N/ha. Todos os nutrientes foram fornecidos através do uso de reagentes analíticos e na forma de soluções diluídas.

Os vasos foram irrigados diariamente com água deionizada e, aos 37 dias após o plantio, procedeu-se ao primeiro corte das plantas, com remoção somente da parte aérea. Imediatamente após o corte foi efetuada outra adubação nitrogenada em cobertura, à base de uréia e correspondente a 100 kg de N/ha. Após 28 dias realizou-se o segundo corte no capim-colonião, tratando-

se de coletar a parte aérea das plantas e de separar as raízes do solo, bem como lavá-las. Por ocasião de cada corte foi realizada a contagem do número de perfilhos no capim de cada vaso.

Todo o material colhido sofreu secagem a 65°C em estufa de circulação forçada de ar, foi pesado, moído e encaminhado ao laboratório para as determinações de nitrogênio (método semimicro-Kjeldahl), fósforo (método colorimétrico, com vanado-molibdato de amônio), enxofre (determinação indireta, por espectrofotometria de absorção atômica, segundo BATALIA (1976), e cálcio, magnésio e potássio (espectrofotometria de absorção atômica após digestão nítrico-perclórica).

Ao final do experimento realizou-se uma amostragem de solo nos vasos, agrupando-se as subamostras das quatro repetições segundo os níveis de enxofre empregados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os efeitos da aplicação de níveis de gesso aos solos de Brotas e de Nova Odessa resultaram em significativas ($P < 0,05$) variações na produção de matéria seca e na composição mineral do capim-colonião e são mostrados nas figuras de 1 a 8. Através do exame dessas figuras pode-se verificar que o emprego do gesso proporcionou efeitos significativos em maior número de variáveis estudadas no solo de Brotas do que no de Nova Odessa. Neste aspecto, MONTEIRO et alii (1983) também encontraram respostas mais expressivas do siratro e da galáxia à aplicação de gesso, quando cultivados no solo de Brotas do que no de Nova Odessa.

O capim-colonião cultivado no solo de Brotas teve sua produção de matéria seca linearmente incrementada no primeiro crescimento e variando segundo uma equação do segundo grau na rebrota, em consequência da adição dos níveis de gesso ao solo (figura 1). WERNER et alii (1967) também obtiveram significativo aumento na produção de matéria seca do capim-colonião desenvolvido num Latossolo Vermelho-Escuro fase arenosa, de Andradina, SP, quando incluíram 40 kg de S/ha a uma adubação completa. A máxima produção de matéria seca por ocasião de segundo corte do capim no solo de Brotas foi alcançada com o emprego

de 75 kg de S/ha (aproximadamente 450 kg de gesso/ha). Trabalhando com um solo de cerrado de Brotas, HADDAD (1983) obteve a máxima produção de matéria seca do capim-colonião quando o enxofre era aplicado à base de 55 a 60 kg/ha, em presença de 100 a 200 kg de N/ha.

A produção de matéria seca do capim desenvolvido no solo de Nova Odessa não sofreu variações significativas ($P > 0,05$) com os níveis de gesso testados. Em ambos

os cortes, mostrou produções relativamente mais elevadas (médias de 14,1 e 11,0 g/vaso no primeiro e segundo cortes, respectivamente) nesse solo do que no de Brotas. Também o número de perfilhos da graminéa, contados por ocasião do primeiro crescimento e na rebrota, não variou significativamente com os níveis de enxofre. O número de perfilhos por vaso era de treze e catorze à época do primeiro corte e de 24 a 27 no segundo corte, nos solos de Brotas e de Nova Odessa, respectivamente.

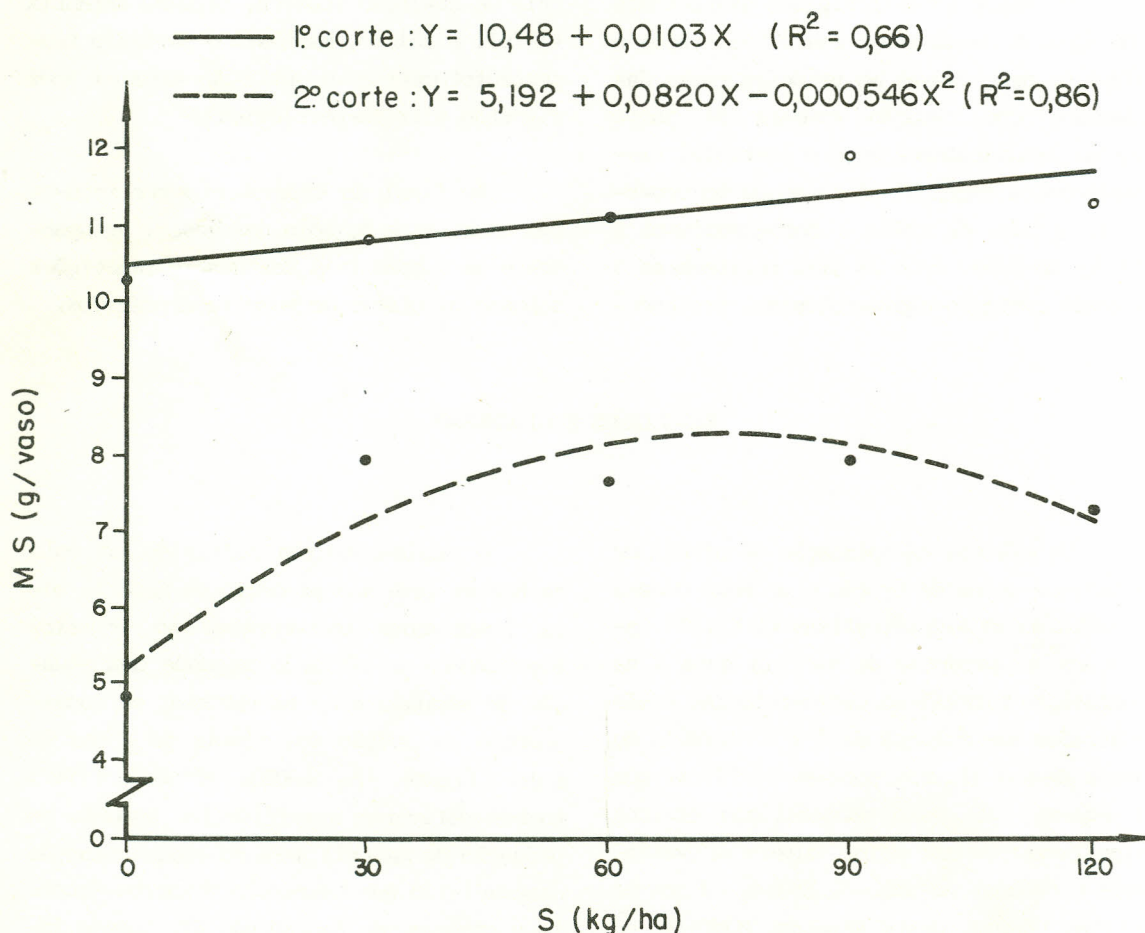


Figura 1. Produção de matéria seca do capim-colonião em função dos níveis de enxofre no solo de Brotas

A aplicação de gesso no Areias Quartzosas de Brotas resultou em concomitantes incrementos na porcentagem de enxofre na parte aérea da gramínea obtida nos dois cortes (figura 2). A máxima porcentagem desse nutriente na planta somente seria alcançada com dose mais elevada do que as utilizadas nesse experimento (cerca de 128 kg de S/ha) e seria esperada atingir 0,21% em qualquer dos cortes. Entretanto, a porcentagem de enxofre que corresponderia à máxima produção de matéria seca no segundo corte do capim seria de 0,18 de S.

Além da porcentagem de enxofre no tecido foliar, a relação N:S tem sido amplamente utilizada para avaliar o estado nutricional das plantas quanto ao elemento. DIJKSHOORN & VAN WIJK (1967) propuseram uma relação de 13,7:1 como adequada para gramíneas em geral. No presente trabalho, essa relação variou entre 16,9:1 e 4,7:1 por ocasião do primeiro corte e 29,1:1 e 2,8:1 à época do segundo corte do capim-colonião no solo de Brotas (figura 3). Em ambos os cortes, quando o gesso não foi aplicado ao solo de Brotas, a relação

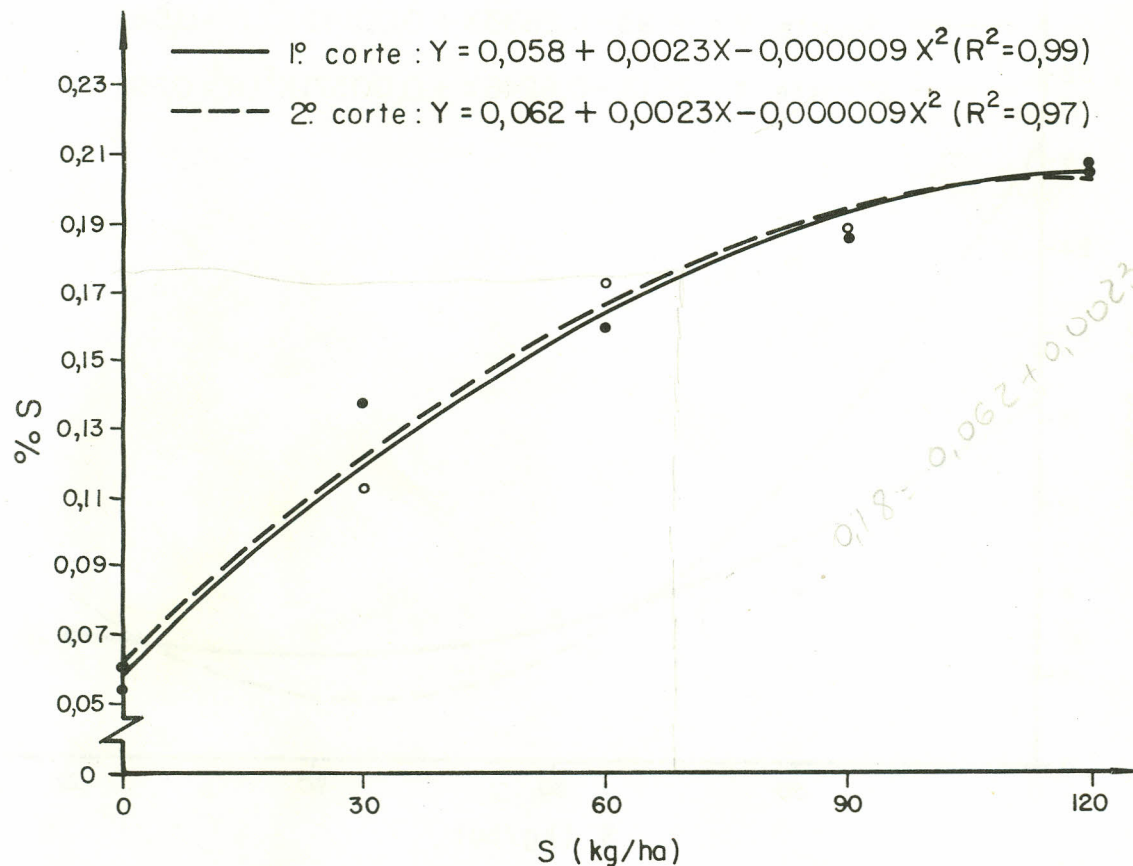


Figura 2. Porcentagem de enxofre na parte aérea do capim-colonião em função dos níveis de enxofre no solo de Brotas

N:S na gramínea excedia 13,7:1, evidenciando claramente a deficiência de enxofre para o normal crescimento do capim-colonião. Mediante o emprego de gesso no solo, a relação N:S no capim decrescia e o valor de 13,7:1 era atingido mesmo à época do segundo corte, com o uso de 30 kg de S/ha aproximadamente (figura 3). Com a utilização dessa dose de enxofre, a porcentagem do nutriente na planta era de cerca de 0,12% (figura 2).

No solo Podzólico de Nova Odessa, os efeitos dos níveis de enxofre na produção de matéria seca nos dois cortes do capim,

bem como na porcentagem de enxofre e na relação N:S no material colhido no primeiro corte, não foram significativos ($P > 0,05$) e evidentes como aqueles verificados no solo de Brotas. Entretanto, por ocasião do segundo corte do experimento o teor de enxofre e a relação N:S variaram linearmente (aumentando no primeiro caso e decrescendo no segundo) com as doses de enxofre no solo (figura 4). No solo Podzólico, a aplicação de 40 kg de S/ha resultava numa relação N:S de 13,7:1 e numa porcentagem aproximada de 0,08 de enxofre no capim-colonião, por ocasião do segundo corte.

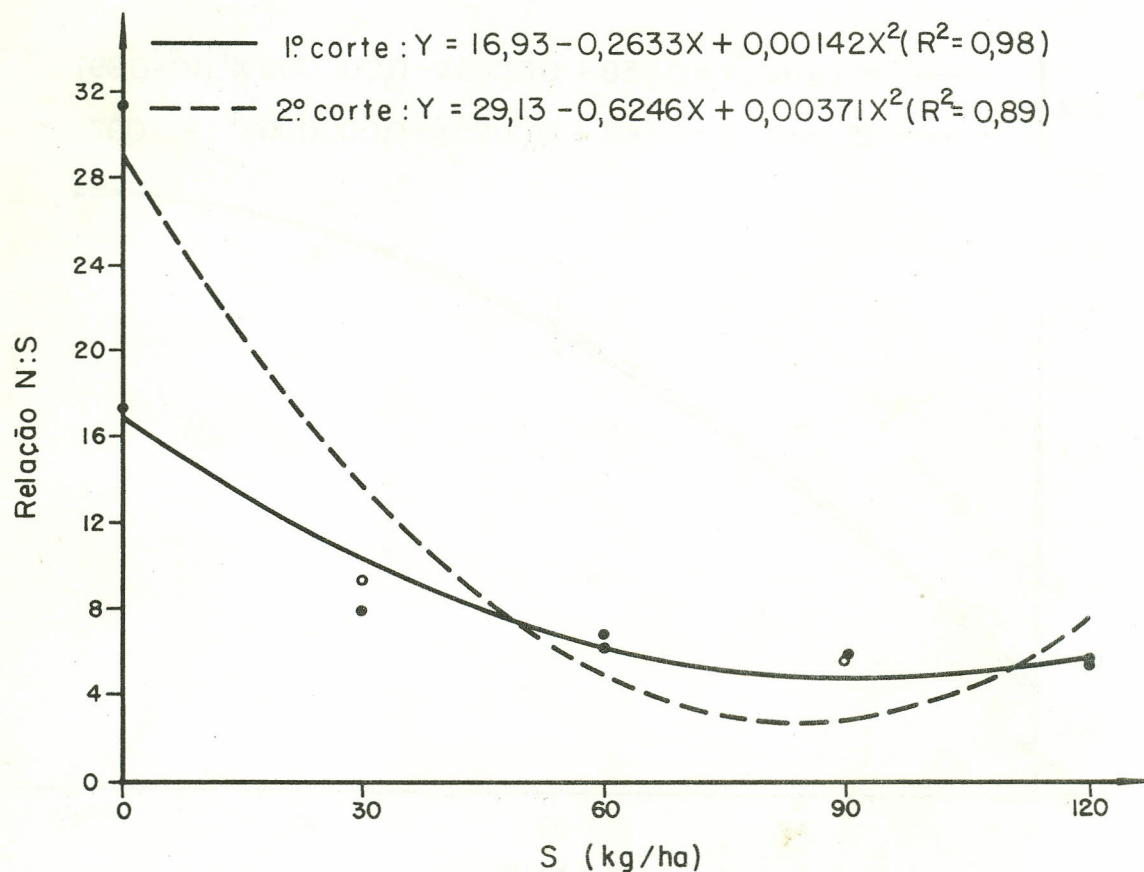


Figura 3. Efeito da aplicação de enxofre ao solo de Brotas na relação N:S na parte aérea de capim-colonião

Os valores encontrados para a porcentagem de enxofre no capim-colonião com 28 dias de rebrota e que estariam equiparados à relação N:S de 13,7:1 ficaram, em ambos os solos, entre 0,08 e 0,12. SMITH & SIREGAR (1983) apresentaram dados para um grupo de gramíneas forrageiras tropicais (entre as quais havia um Panicum) e sugeriram que o nível crítico de enxofre para tais plantas, aos 28 dias de rebrota, estaria entre 0,07% e 0,11%.

O gesso (sulfato de cálcio dihidratado) que atua no fornecimento de enxofre, também supre o cálcio ao sistema solo-planta. Assim, o capim-colonião co-

lhido nos dois cortes e nos dois solos teve a sua porcentagem de cálcio incrementada pela adição de gesso (figuras 5 e 6). Cabe ainda ressaltar que os teores desse nutriente na parte aérea do capim se mostraram mais elevados no material coletado no segundo corte do experimento. HADDAD (1983) também reportou que o gesso funcionou como fonte de cálcio para o capim-colonião cultivado num solo de cerrado. Além dos significativos incrementos na porcentagem de cálcio na planta, a aplicação dos níveis de gesso serviu para elevar os teores de cálcio trocável em ambos os solos (quadro 1). MONTEIRO et alii (1983) trabalharam com solos coletados nos mesmos lo-

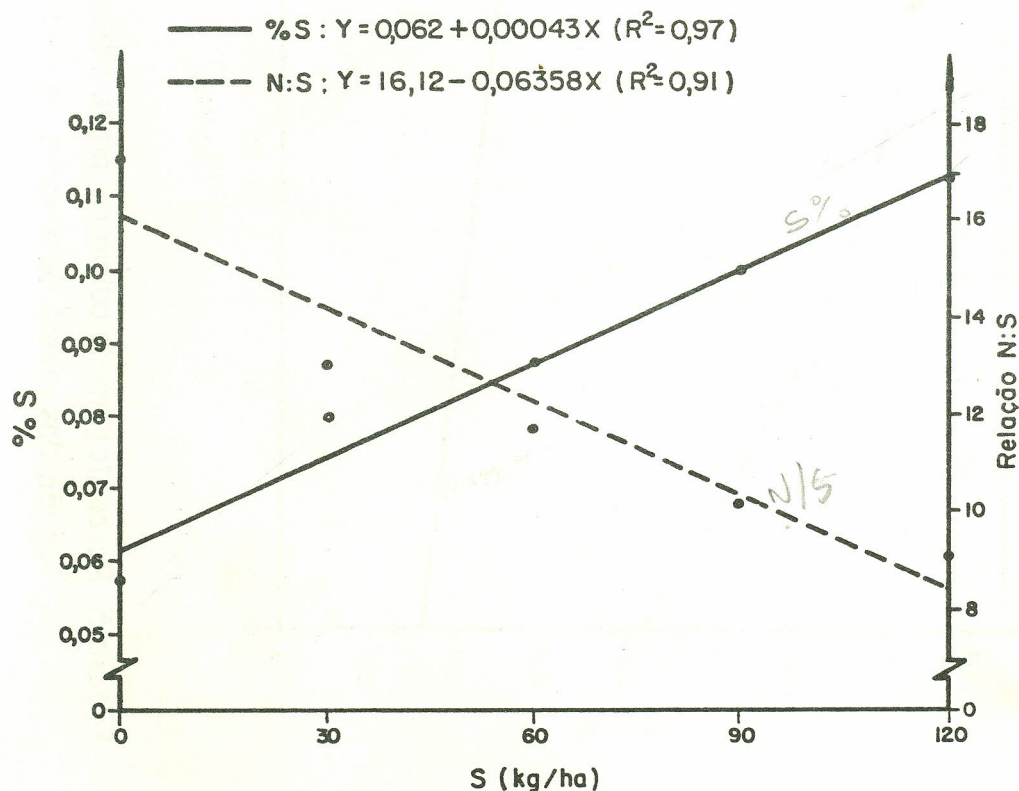


Figura 4. Porcentagem de enxofre e relação N:S na parte aérea de capim-colonião à época do segundo corte em função dos níveis de enxofre no solo de Nova Odessa

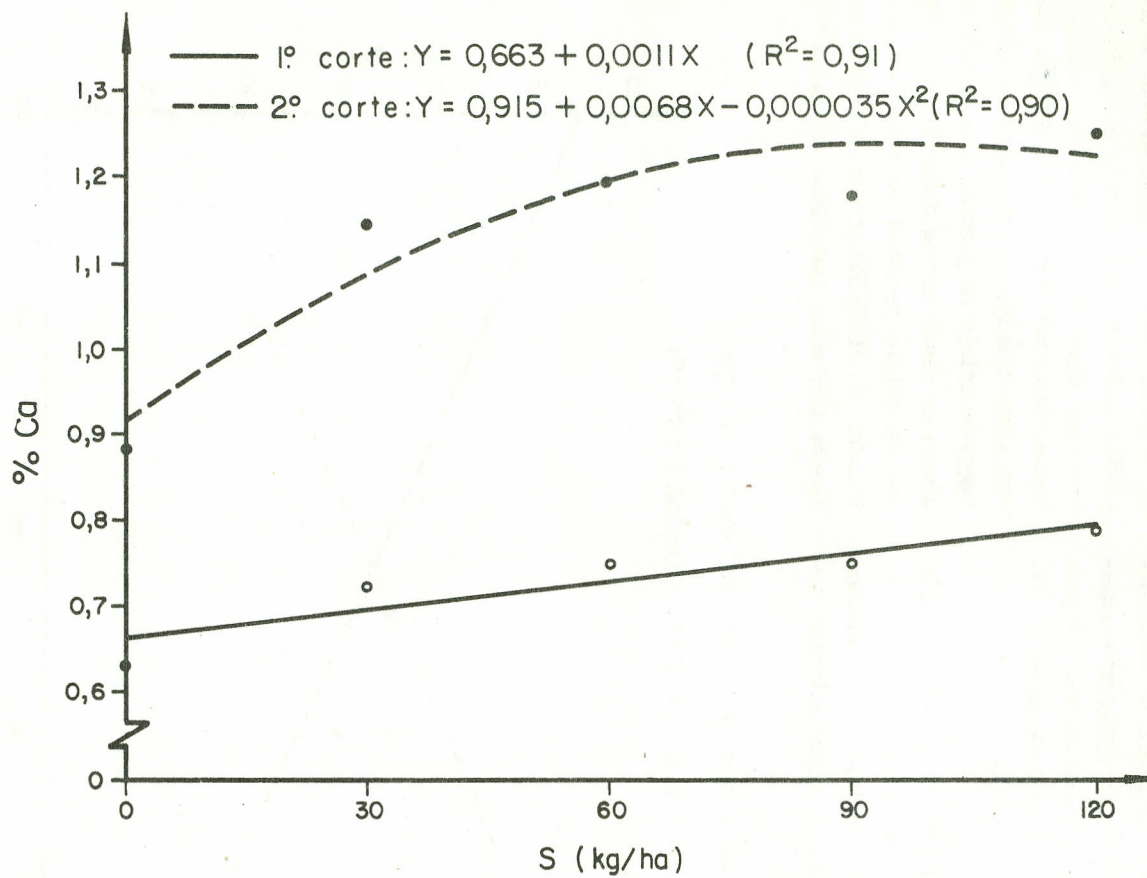


Figura 5. Porcentagem de cálcio na parte aérea do capim-colonião em função dos níveis de enxofre no solo de Brotas

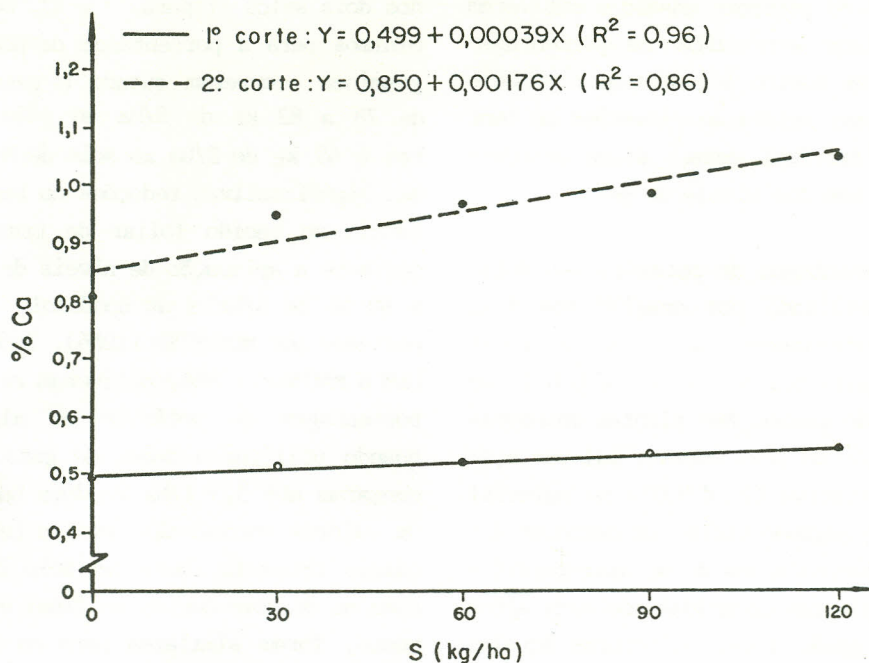


Figura 6. Porcentagem de cálcio na parte aérea do capim-colonião em função dos níveis de enxofre no solo de Nova Odessa

Quadro 1. Análise química em amostras do solo de Brotas e de Nova Odessa coletadas nos vasos ao final do experimento

S (kg/ha)	MO (%)	pH ^(a)	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K (µg/ml)
			e. mg/100 ml			
Brotas						
0	1,4	5,6	0,2	0,5	0,1	12
30	1,2	5,6	0,2	0,6	0,1	7
60	1,4	5,5	0,2	0,7	0,1	7
90	1,4	5,4	0,2	0,7	0,1	7
120	1,3	5,4	0,2	0,7	0,1	7
Nova Odessa						
0	1,8	5,6	0,4	0,5	0,2	10
30	1,8	5,5	0,4	0,6	0,2	10
60	1,8	5,4	0,4	0,7	0,2	12
90	1,6	5,3	0,4	0,6	0,1	10
120	1,7	5,3	0,4	0,8	0,	10

a = Determinado em água (1:2,5).

cais que os do presente ensaio e obtiveram significativos acréscimos na porcentagem de cálcio de quatro leguminosas forrageiras, bem como relataram elevações no teor de cálcio trocável nesses solos arenosos mediante o uso dos níveis de gesso.

A porcentagem de potássio no capim-colonião analisado por ocasião dos dois cortes no experimento com o solo de Brotas variou significativamente ($P < 0,01$) com os níveis de gesso. Nas plantas desenvolvidas no solo de Nova Odessa, tal variação foi significativa ($P < 0,05$) no material coletado no segundo corte. Em qualquer dos casos, as porcentagens de potássio verificadas nas plantas crescidas nos mais altos níveis de gesso foram inferiores àsquelas observados na ausência do emprego do gesso

nos dois solos (figuras 7 e 8). Os valores mínimos para a porcentagem de potássio na gramínea ocorreram quando o gesso supria de 78 a 82 kg de S/ha ao solo de Brotas e 69 kg de S/ha ao solo de Nova Odessa. Significativas reduções no teor de potássio no tecido foliar de trevo branco mediante a aplicação de níveis de gesso (0 a 60 kg de S/ha) a um Spodosol, foram reportados por MONTEIRO (1986). Também ROSOLEM & MACHADO (1984) obtiveram reduções na porcentagem de potássio em algodoeiro, quando utilizaram doses de gesso que alcançaram até 5,5 t/ha em dois Latossolos. Os valores encontrados para o teor de potássio trocável tanto no solo de Brotas como no de Nova Odessa no final do experimento, foram similares para os níveis de gesso utilizados (quadro 1).

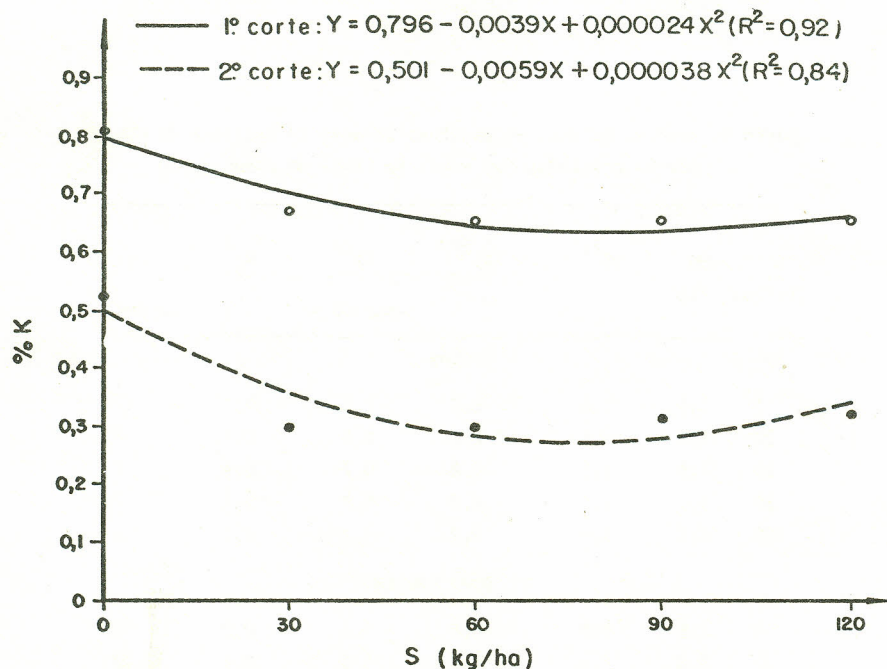


Figura 7. Porcentagem de potássio na parte aérea do capim-colonião em função dos níveis de enxofre no solo de Brotas

O pH, determinado em água para ambos os solos, mostrou valor de 0,2 a 0,3 unidades menor nos solos que receberam doses mais elevadas de gesso do que na não aplicação de gesso (quadro 1). MONTEIRO et alii (1983) também obtiveram reduções no pH do solo (determinado em água), quando aplicaram gesso e cultivaram leguminosas forrageiras nesses dois solos. Ainda, reduções nos valores de pH do solo mediante

a aplicação de gesso a um Latossolo Vermelho-Escuro fase arenosa (pH determinado em água) e a um Spodosol (pH em água e em 1 M KCl) também foram descritas por ROSOLEM & MACHADO (1984) e MONTEIRO (1986), respectivamente. Dentro dos níveis de gesso estudados no presente experimento não se detectaram sensíveis variações nos demais parâmetros analisados nos dois solos.

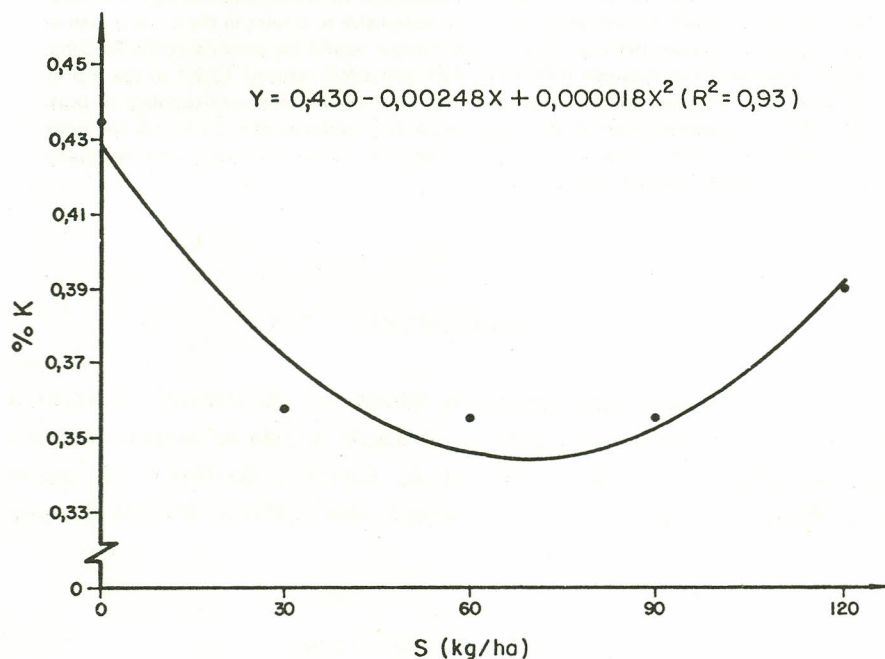


Figura 8. Porcentagem de potássio na parte aérea do capim-colonião à época do segundo corte em função dos níveis de enxofre no solo de Nova Odessa

CONCLUSÕES

A deficiência de enxofre para o normal crescimento do capim-colonião foi mais evidente nas Areias Quartzosas de Brotas do que no Podzólico Vermelho-Amarelo variação Laras de Nova Odessa. A fim de que

a produção de matéria seca da gramínea atingisse o nível máximo no solo de Brotas a dose de gesso a ser aplicada deveria fornecer 75 kg de S/ha.

Um mínimo de 30 a 40 kg de S/ha se mostrou necessário para que o capim-colônia apresentasse um teor mínimo de enxofre entre 0,08% e 0,12% e uma relação N:S de 13,7:1 quando cultivado em qualquer dos dois solos.

A aplicação de gesso aos solos arenosos de Brotas e de Nova Odessa resultou em acréscimos na porcentagem de cálcio na forrageira e no teor de cálcio trocável nos dois solos, bem como em decréscimos na porcentagem de potássio no capim e no pH determinado em água em ambos os solos.

SUMMARY: A greenhouse experiment was carried out with Guinea grass (*Panicum maximum* Jacq.) grown on an Entisol and on an Ultisol at Instituto de Zootecnia, in Nova Odessa, State of São Paulo, Brazil. Rates of 0, 30, 60, 90 and 120 kg S (as gypsum) per hectare were applied to the soils. A randomized complete block design with four replications was used. Guinea grass was more responsive to S rates in the Entisol than in the Ultisol. Maximum herbage yield in the Entisol would be reached at 75 kg S/ha. Sulfur concentrations between 0.08 and 0.12% and a N:S ratio of 13.7:1 in the top of the grass were obtained when at least 30 to 40 kg S per hectare were supplied to both soils. Calcium concentration in the plant tissue and exchangeable Ca in the soil were increased, where as K concentration in the grass and soil pH (in water) were decreased as a consequence of gypsum application.

AGRADECIMENTOS

À engenheira agrônoma Eliana Aparecida Schamass, da Divisão de Técnica Básica e Auxiliar do Instituto de Zootecnia, pela colaboração no uso do computador para análises estatísticas; ao médico veterinário Gabriel A. Sarriez, do Centro de Informática na Agricultura da ESALQ/USP, pelo apoio na preparação dos gráficos através do computador.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BATAGLIA, O. C. Determinação indireta de enxofre em plantas por espectrofotometria de absorção atômica. Ci. Cult., São Paulo, 28(6):672-5, jun. 1976.
- CASAGRANDE, J. C. & SOUZA, O. C. Efeito de níveis de enxofre sobre quatro gramíneas forrageiras tropicais em solos sob vegetação de cerrado do Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. Pesq. agropec. bras., Brasília, 17(1):21-5, jan. 1982.
- DIJKSHOORN, W. & VAN WIJK, A. L. The sulphur requirements of plants as evidenced by the sulphur-nitrogen ratio in the organic matter. A review of published data. Plant and Soil, The Hague, 26(1):129-57, Feb. 1967.
- DYNIA, J. F. & CUNHA, N. G. Identificação de deficiências de nutrientes em solos do pantanal matogrossense. Pesq. agropec. bras., Brasília, 19(12):1449-55 dez. 1984.

- HADDAD, C. M. Efeito do enxofre, aplicado na forma de gesso sobre a produção e qualidade do capim-colonião (*Panicum maximum* Jacq.). Tese de Doutorado. Piracicaba, SP, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1983. 115 f.
- KAMPRATH, E. J. & TILL, A. R. Sulfur cycling in the tropics. In: BLAIR, G. J. & TILL, A. R. (eds.) Sulfur in South-East pacific agriculture. Armidale, 1983. p. 1-14.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; FORNASIERI FILHO, D.; GUIMARÃES, P. T. G.; GUILHERME, M. R.; KAMISKY, J.; MUTTON, M. A.; CARVALHO, J. G.; & RUI, V. M. Efeitos de doses e fontes de enxofre em culturas de interesse econômico. I. Capim-colonião (*Panicum maximum* Jacq.). In: MALAVOLTA, E., coord. Efeitos de doses e fontes de enxofre em culturas de interesse econômico. São Paulo, Centro de Pesquisa e Promoção de Sulfato de Amônio 1984. p. 9-22. (Boletim Técnico, 3).
- McCLUNG, A. C. & QUINN, L. R. Respostas da grama batatais (*Paspalum notatum*) às aplicações de enxofre e fósforo. New York, IBEC Research Institute, 1959. 16 p. (Boletim, 18).
- ; FREITAS, L. M. M. & LOTT, W. L. Estudos sobre o enxofre em solos de São Paulo. New York, IBEC Research Institute, 1959. 31 p. (Boletim, 17).
- MONTEIRO, F. A. Sulfur fertilization and nutrient distribution in a Florida Spodosol profile under white clover-pensacola bahiagrass. PhD Dissertation. Gainesville, University of Florida, 1986. 182 f.
- ; CARRIEL, J. M.; MARTINS, L.; CASTRO, J. V. & LIEM, T. H. Aplicação de níveis de enxofre, na forma de gesso, para cultivo de leguminosas forrageiras. B. Indústr. anim., Nova Odessa, SP, 40(2):229-40, jul./dez. 1983.
- ROSOLEM, C. A. & MACHADO, J. R. Efeitos da calagem e gessagem na produção de algodão e na lixiviação de bases em dois latossolos. R. bras. Ci. Solo, Campinas SP, 8(1):103-9, jan./abr. 1984.
- SMITH, F. W. & SIREGAR, M. E. Sulfur requirements of tropical forages. In: BLAIR, G. J. & TILL, A. R., (eds.). Sulfur in South-East pacific agriculture. Armidale, 1983. p. 76-86.
- VITTI, G. C. & MALAVOLTA, E. Fosfogesso - uso agrícola. In: MALAVOLTA, E., coord. Seminário sobre corretivos agrícolas. Campinas, SP, Fundação Cargill, 1985. p. 159-201.
- WERNER, J. C.; QUAGLIATO, J. L. & MARTINELLI, D. Ensaio de fertilização do colonião em solo da "Noroeste". B. Indústr. anim., São Paulo, 24(nº único): 159-67, 1967.
- WOODHOUSE JR, W. W. Long-term fertility requirements of coastal bermudagrass. III. Sulphur. Agron. J., Madison, WIS, 61(5):705-8, Sept./Oct. 1969.