

EFEITO DE FONTES E DOSES DE ENXOFRE NA PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO MINERAL DO TREVO-BRANCO¹

ADÔNIS MOREIRA², ANTÔNIO RICARDO EVANGELISTA³ e JANICE GUEDES DE CARVALHO⁴

RESUMO - Estudou-se a influência do enxofre sobre a produção e composição mineral do trevo-branco (*Trifolium repens* L.), em um experimento conduzido em vasos de plástico com 1,5 litro de capacidade. O solo utilizado foi um Latossolo Vermelho-Escuro distrófico (Oxissolo) de cerrado. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial (4 x 3), com cinco repetições. Foram estudadas quatro doses de gesso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) (0, 25, 50 e 100 mg kg⁻¹ de S) e uma dose de sulfato de potássio (50 mg kg⁻¹ de S), em três épocas de corte. Mediram-se as produções de matéria seca (MS) e os teores de proteína bruta (PB), P, K, Ca, Mg e S na matéria seca da parte aérea. A maior produção de MS foi observada no tratamento que recebeu 100 mg kg⁻¹ de S, e a menor, no que não recebeu S. As fontes de S não afetaram a produção. O último corte apresentou menor produção, provavelmente em decorrência do esgotamento dos nutrientes nos vasos. Os teores de PB, Ca e S aumentaram juntamente com as doses de S, e diminuíram no último corte. Os teores de P, K e Mg variaram somente com a época do corte.

Termos para indexação: gesso, matéria seca, nutrientes, proteína bruta, sulfato de potássio, *Trifolium repens*.

EFFECT OF SULPHUR RATES AND SOURCES ON YIELD AND MINERAL COMPOSITION OF WHITE CLOVER

ABSTRACT - The sulphur effect on yield and mineral composition of white clover was studied under greenhouse conditions in plastic pots of 1.5 liter capacity, using a dystrophic dark red latosol (Oxisol) of "cerrado". The experimental design was completely randomized in a factorial scheme (4 x 3), with five replicates. Four rates of $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (0, 25, 50 and 100 mg kg⁻¹ of S) and one rate of K_2SO_4 (50 mg kg⁻¹ of S), in three cuttings were studied. The variables analyzed were: dry matter production (DM), amounts of crude protein (CP), P, K, Ca, Mg and S in the aerial dry matter. The highest DM yield was observed with the application of 100 mg kg⁻¹ of S and the lowest was the one that did not receive S. The S sources did not affect yield. The last cutting showed the lowest yield, probably due to the nutrient depletion. The levels of CP, Ca and S raised with sulphur application and diminished in the last cutting. The levels of P, K and Mg varied according to the cutting number.

Index terms: gypsum, dry matter, nutrients, crude protein, potassium sulfate, *Trifolium repens*.

INTRODUÇÃO

O trevo-branco (*Trifolium repens* L.) é uma leguminosa das mais nutritivas e amplamente distribuída no Mundo. A história e a presença de diversas formas, indicam que ele é originário dos países do Leste do Mediterrâneo ou da Ásia Menor. A sua dispersão a outros continentes foi rápida e aparentemente associada com a colonização humana e com a presença de animais domésticos em pastejo (Carlson et al., 1985; Taylor, 1985). No Brasil, tem-se observado, nos últimos anos, especialmente nas

¹ Aceito para publicação em 28 de outubro de 1997.

Trabalho apresentado na 21ª Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, Petrolina, PE, 1994.

² Eng. Agr., M.Sc., Doutorando do CENA/USP, Caixa Postal 96, CEP 13400-970 Piracicaba, SP. Bolsista da FAPESP. E-mail: amoreira@pira.cena.usp.br

³ Eng. Agr., D.Sc., Prof. Titular, Dep. de Zootecnia, Universidade Federal de Lavras (UFLA), Caixa Postal 37, CEP 37200-000 Lavras, MG. Bolsista do CNPq.

⁴ Eng. Agr., Dr., Prof. Titular, Dep. de Ciência do Solo, UFLA. Bolsista do CNPq.

regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, um aumento significativo na procura de informações a respeito de volumosos de alto valor nutritivo, capazes de atender as necessidades nutricionais. Isto se deve à crescente utilização de animais de maior potencial genético, e que, portanto, exigem alimentos volumosos de boa qualidade (Botrel & Alvim, 1994).

Por essas características, o trevo-branco é uma opção, pois adapta-se a diversos tipos de solo, desde que possuam matéria orgânica e tenham certa umidade, pois não tolera os arenosos e secos; muito palatável, equivale-se à alfafa em valor nutritivo, e tem uma porcentagem média de proteína bruta, na matéria seca, de 22% (Pupo, 1979).

Por ser uma planta rica em minerais, o trevo-branco exige boas condições de fertilidade do solo. Entre os macronutrientes, o mais problemático é o S, pois os únicos adubos comerciais usados no Brasil que contêm S são o sulfato de amônio, o superfosfato simples e os fosfatos parcialmente acidulados. Se esses produtos não fizerem parte do programa de adubação, a falta de S tende a aumentar, como resultado de uma exportação de S da reserva do solo, a qual se esgotará mais cedo (Malavolta & Kliemann, 1985).

A necessidade de S em plantas forrageiras tem sido avaliada por meio da análise química do tecido da planta. No que tange a produções satisfatórias, verifica-se que as leguminosas têm uma exigência superior à das gramíneas, e o conteúdo de S depende da quantidade de proteína delas (Allaway & Thompson, 1966). Em condições de moderada deficiência de S o conteúdo de proteína das plantas é reduzido, sem diminuição do crescimento, mas a deficiência severa desse nutriente reduz a taxa de fixação do N, o que provoca um acúmulo de N na forma não-protéica (Jones et al., 1971).

Este trabalho visou estudar a influência do enxofre na produção de matéria seca e composição mineral do trevo-branco.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras (UFLA), região sul de Minas Gerais, localizada nas coordenadas 21°14'6" de latitude sul e 45°0' de longitude oeste, a uma altitude média de 900 m.

Foram plantadas dez sementes submetidas à inoculação com *Rhizobium trifolii* em vasos de plástico com 1,5 litro de capacidade, e, posteriormente, mantidas três plantas da cultivar "Jacuí" como planta-teste. O solo utilizado foi um Latossolo Vermelho-Escuro distrófico (Oxisolo), de cerrado ($\text{pH}_{\text{água}} = 4,8$; $\text{P} = 2,0 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{K} = 40 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{Ca} = 0,4 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$; $\text{Mg} = 0,1 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$; $\text{S} = 5,13 \text{ mg dm}^{-3}$; M.O. = 30,8 g kg^{-1} e $\text{V} = 11\%$), coletado no Município de Lavras, MG, na camada de 0 - 25 cm de profundidade. O solo, após secagem, foi uniformizado e passado em peneira de 4 mm. Para elevar o índice de saturação por bases ao valor de 70%, fez-se calagem (40% de CaO e 15% de MgO) 60 dias antes da aplicação dos tratamentos. O solo recebeu adubação básica nas seguintes doses (mg kg^{-1}): P - 200, K - 150, B - 0,5, Co - 0,01, Cu - 1,5, Fe - 5,0, Mn - 3,5, Mo - 0,1 e Zn - 5,0; estas doses estavam de acordo com Allen et al. (1976) e Malavolta (1980) para experimentos realizados em condições de casa de vegetação.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 3, contendo quatro doses de S (0, 25, 50 e 100 mg kg^{-1}) na forma de $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, e uma dose (50 mg kg^{-1}) na forma de K_2SO_4 (sem a correção do nível de Ca), com três épocas de cortes e cinco repetições.

O primeiro corte foi realizado dois meses após o plantio; os posteriores foram feitos a cada 30 dias. Após cada corte, o material foi pesado e levado à estufa a 65°C, onde permaneceu até atingir peso constante. Após a moagem, determinaram-se os teores de N, P, K, Ca, Mg e S, conforme Malavolta et al. (1989). O teor de PB foi obtido multiplicando-se o teor de N pelo fator 6,25.

Os resultados foram submetidos à análise de variância, à comparação de médias (Tukey 5%) dos tratamentos, e regressão polinomial (Pimentel-Gomes, 1990).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pela análise de regressão, observou-se que, na média dos três cortes, as doses de S na forma de gesso influenciaram o rendimento do trevo-branco, e a produtividade máxima esperada foi de 4,32 g vaso^{-1} , obtida com a dose 100 mg kg^{-1} (Fig. 1). Resultado semelhante foi constatado por Werner & Monteiro (1992) que ao estudarem a nutrição do trevo-branco em condições de casa de vegetação observaram que a produção de matéria seca respondeu ao incremento das doses de S e ocorreu produtividade máxima de 10,58 g vaso^{-1} na maior

dose aplicada (30 mg kg^{-1}). As fontes de S não afetaram a produção de matéria seca e o teor de proteína bruta no trevo-branco (Tabela 1). Conforme Tisdale et al. (1985) as quantidades de KCl (150 mg kg^{-1}) e calcário ($5,04 \text{ g vaso}^{-1}$) aplicadas em ambos tratamentos foram suficientes para suprir as exigências nutricionais de K e Ca na planta. As maiores produções de matéria seca da parte aérea ocorreram no segundo corte; esse resultado corrobora o obtido por Brink (1995), que, trabalhando com três cultivares e seis épocas de corte em duas estações do ano, observou um aumento crescente na produção média de matéria seca de todas as cultivares no segundo corte (Tabela 2).

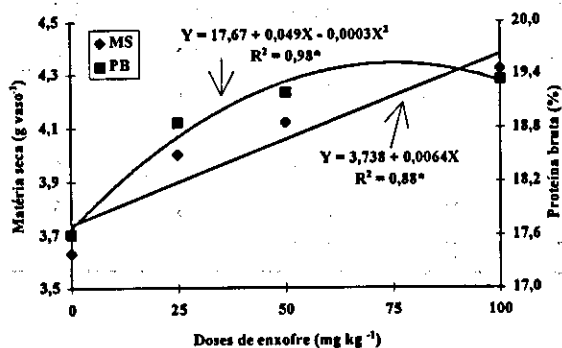


FIG. 1. Efeito das doses de enxofre (gesso) na produção de matéria seca e no teor de proteína bruta. Média de cinco repetições e de três épocas de corte. (* significativo a 5% de probabilidade).

Observa-se que com o aumento das doses de S no solo há um aumento nos teores de PB (N) e S na matéria seca da parte aérea (Tabela 1 e Fig. 1 e 2). Pela análise de regressão, o teor de S variou linearmente, e a produtividade média máxima do trevo-branco foi obtida quando o teor alcançou $1,85 \text{ g kg}^{-1}$ (Fig. 2). O aumento do teor de S nas plantas em função do aumento da sua disponibilidade no solo corrobora a proposição feita por Rennenberg (1984), de que as células do sistema radicular não apresentam um mecanismo suficientemente capaz de evitar a absorção do excesso de S pelas plantas. A concentração média de S no material colhido foi de $1,6 \text{ g kg}^{-1}$ (Tabela 1), valor considerado adequado por Blue & Carlisle (1985).

No caso da proteína bruta, o S está intimamente relacionado, pois é constituinte dos aminoácidos cistina, cisteína e metionina e, portanto, das proteínas que os contêm. Para Malavolta (1980) e Werner & Monteiro (1992), as proteínas são os compostos nos quais a maior parte do S se incorpora; há uma estequiometria muito fixa entre o N e S; em média, o teor de S nas proteínas é de $1,0 \text{ g kg}^{-1}$, e o N é de $15,0 \text{ g kg}^{-1}$. A relação N:S, que é considerado um dos melhores indicadores para prever as necessidades de S, foi de 17, encontrado na maior produção (100 mg kg^{-1}), valor este considerado adequado segundo Griffith (1974), no qual relatou um aumento significativo na produção quando o nível crítico foi superior a 11. Com relação à época de corte (Tabela 2), o menor teor de PB na primeira colheita provavelmente ocorreu porque, no início da simbiose

TABELA 1. Produção de matéria seca e teores de PB (N), P, K, Ca, Mg e S na matéria seca nos cortes realizados no trevo-branco em função das duas fontes¹. Média de cinco repetições e de três épocas de corte.

Doses de S (mg kg^{-1})	MS (g vaso^{-1})	PB (%)	P	K	Ca	Mg	S
0	3,63b	17,61b	2,7a	10,3a	18,6ab	6,0a	1,3b
50 (gesso)	4,12a	19,20a	2,9a	11,5a	20,7a	6,2a	1,7a
50 (K_2SO_4)	4,53a	19,56a	2,6a	12,3a	17,6b	6,1a	1,6ab
Média	4,09	18,79	2,7	11,4	19,0	6,1	1,5
D.M.S.	0,43	0,54	0,4	2,2	2,3	0,3	0,3

¹ Médias seguidas por letras distintas diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

TABELA 2. Efeito da época de corte sobre a produção de matéria seca e teores de PB, P, K, Ca, Mg e S na matéria seca da parte aérea em função das doses e fontes de S (gesso e sulfato de potássio). Média de cinco repetições.

Época	Doses de S (mg kg ⁻¹)	MS (g vaso ⁻¹)	PB (%)	P	K	----- (g kg ⁻¹) -----		
						Ca	Mg	S
1	0	4,94	16,32	3,4	14,4	20,9	7,9	1,4
	25	3,88	14,04	2,7	8,3	22,7	8,6	1,7
	50	4,48	14,85	2,9	11,6	22,4	7,7	1,9
	100	3,84	15,92	2,6	10,4	23,3	7,9	1,9
	50 ¹	5,49	14,98	2,8	7,8	20,3	8,3	1,7
2	0	4,19	18,73	2,2	15,3	16,6	5,0	1,1
	25	3,96	21,40	2,5	19,3	17,6	5,3	1,6
	50	5,16	20,27	2,7	18,9	19,0	5,6	1,8
	100	5,34	22,34	2,7	18,9	19,6	5,4	1,8
	50 ¹	5,67	21,40	2,4	16,5	16,1	5,3	1,6
3	0	1,76	17,78	2,5	4,4	18,3	5,1	1,4
	25	3,12	21,13	2,6	3,4	19,9	5,2	1,3
	50	2,72	22,48	3,1	3,8	20,8	5,2	1,5
	100	3,29	19,76	2,9	10,4	20,7	5,3	1,6
	50 ¹	2,43	22,34	2,6	13,7	16,3	4,6	1,3

¹ Enxofre na forma de sulfato de potássio.

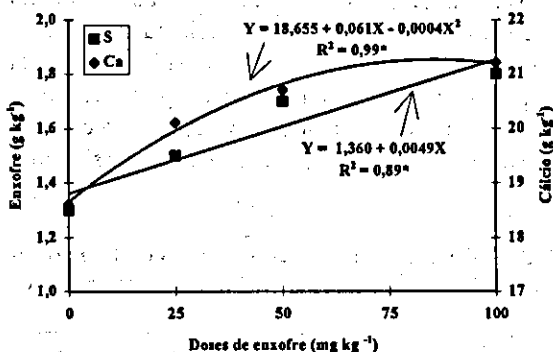


FIG. 2. Efeito das doses de enxofre (gesso) nos teores de S e Ca na matéria seca. Média de cinco repetições e de três épocas de corte. (* significativo a 5% de probabilidade).

entre a bactéria e a planta, ocorre menor eficiência na absorção do N pelo fato de a bactéria priorizar o seu metabolismo na formação de nódulos, em detrimento da simbiose com a planta (Viands et al., 1981).

As fontes de S e as doses de gesso aumentaram significativamente os teores de Ca na folha (Tabela 1 e Fig. 2). Este fato também foi observado por Sousa et al. (1992), que obtiveram aumentos significativos no teor de Ca pelo emprego de doses crescentes de S na forma de gesso. Segundo Marschner (1995), isso se deve ao fato de ser o Ca imóvel na planta, e ser translocado em quantidades insuficientes para atender as exigências de crescimento ativo da planta; com a maior disponibilidade desse nutriente em função das doses, o problema é minimizado, resultando em aumento significativo no teor foliar em relação à testemunha. O teor foliar apresentou níveis considerados normais de 18,6 a 21,3 g kg⁻¹ na matéria seca (Smith, 1986). O teor foliar de Ca presente na matéria seca foi influenciado pelo tempo de cultivo (Tabela 2); porém, as quantidades de calcário e gesso aplicados foram suficientes para suprir as exigências nutricionais desse elemento pela planta, visto que a presença deste nutriente encontrado no solo natural foi muito baixa (Raij, 1991).

Os teores de P, K e Mg (2,7, 11,4 e 6,1 g kg⁻¹) na matéria seca da parte aérea não foram afetados pelas doses e fontes de S (Tabelas 1 e 2), e apresentaram coeficientes de determinação não-significativos. Alguns fatores podem ser citados como responsáveis pelo comportamento desses nutrientes: um deles é que altas doses utilizadas na instalação do ensaio, contribuiu para que os efeitos interiônicos existentes entre o Ca e K, Mg e K e Ca e Mg descritos por Malavolta et al. (1989) e do S e P descrito por Rhykerd & Overdahl (1972), fossem minimizados, e não afetassem o teor foliar presente no trevo-branco. Os teores médios de P e K na matéria seca estiveram sempre nos níveis considerados normais de 2,5 e 11-20 g kg⁻¹, apontados por Caradus & Snaydon (1986) e Smith (1986), ao passo que o Mg apresentou teor médio superior ao considerado adequado por Smith (1986), embora adequado às condições edafoclimáticas das regiões dos trópicos, e que, segundo Gallo et al. (1974), situa-se na faixa de 4,4-6,3 g kg⁻¹.

CONCLUSÕES

1. A produção de matéria seca do trevo-branco aumenta significativamente com o aumento da disponibilidade de S.

2. Em Latossolo Vermelho-Escuro distrófico, nas condições de Lavras, os teores de proteína bruta, Ca e S na matéria seca estão intimamente relacionados com as doses de S aplicado na forma de gesso.

3. A utilização de altas dosagens de P, K, Ca e Mg minimiza os efeitos interiônicos existentes entre o Ca e K, Mg e K, Ca e Mg e S e P.

AGRADECIMENTOS

Ao pesquisador, Dr. Adonias de Castro Virgens Filho, do CEPEC-CEPLAC/Itabuna, BA, pelas sugestões na realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

ALLAWAY, W.H.; THOMPSON, J.F. Sulfur in the nutrition of plants and animal. *Soil Science*, Baltimore, v.101, n.4, p.240-247, 1966.

ALLEN, S.E.; TERMAN, G.L.; CLEMENTS, L.B. *Greenhouse techniques for soil-plant-fertilizer research*. Muscle Shoals: National Fertilizer Development Center, 1976. 55p.

BLUE, W.G.; CARLISLE, V.W. Soils of clovers. In: TAYLOR, N.L. (Ed.). *Clover Science and Technology*. Wisconsin: American Society of Agronomy, 1985. p.186-200.

BOTREL, M.A.; ALVIM, M.J. Avaliações preliminares de alfafa, na zona da mata de Minas Gerais. In: WORKSHOP SOBRE POTENCIAL FORRAGEIRO DA ALFAFA (*MEDICAGO SATIVA* L.) NOS TRÓPICOS, 1994, Juiz de Fora. *Anais... Juiz de Fora: Embrapa-CNPGL*, 1994. p.37-45.

BRINK, G.E. White clover growth and morphology under contrasting cutting regimes. *Crop Science*, Madison, v.35, n.3, p.1100-1103, 1995.

CARADUS, J.R.; SNAYDON, R.W. Plants factors influencing phosphorus uptake by white clover from solution culture. *Plant and Soil*, Dordrecht, v.93, n.2, p.153-163, 1986.

CARLSON, G.E.; GIBSON, P.B.; BALTENSPERGER, D.D. White clover and other perennial clovers. In: HEATH, M.E.; BARNES, F.R.; METCALFE, D.S. (Eds.). *Forages; the science of grassland agriculture*. Ames: [s.n.], 1985. p.118-127.

GALLO, J.R.; HIROCE, R.; BATAGLIA, O.C.; FURLANI, P.R.; FURLANI, A.M.C.; MATTOS, H.B.; SARTINI, H.J.; FONSECA, M.P. Composição química inorgânica de forrageiras do Estado de São Paulo. *Boletim da Indústria Animal*, Nova Odessa, v.31, n.1, p.115-137, 1974.

GRIFFITH, W.K. Satisfying the nutrition requirements of established legumes. In: MAYS, D.A. (Ed.). *Forage Fertilization*. Madison: American Society of Agronomy, 1974. p.171-185.

JONES, R.K.; ROBSON, P.S.; HAYDOCK, K.P.; MEGARRITY, R.G. Sulphur - nitrogen relationship in the tropical legume *Stylosanthes humilis*. *Australian Journal of Agricultural Research*, Melbourne, v.22, n.4, p.885-894, 1971.

MALAVOLTA, E. *Elementos de nutrição mineral de plantas*. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251p.

MALAVOLTA, E.; KLIEMANN, H.J. *Desordens nutricionais no cerrado*. Piracicaba: POTAFOS, 1985. 136p.

- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S. **Avaliação do estado nutricional das plantas; princípios e aplicações.** Piracicaba: POTAFOS, 1989. 210p.
- MARSCHNER, H. **Mineral Nutrition of Higher Plants.** London: Academic Press, 1995. 889p.
- PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental.** Piracicaba: Nobel, 1990. 468p.
- PUPO, N.I.H. **Manual de pastagens e forrageiras; formação, conservação e utilização.** Campinas: ICEA, 1979. 343p.
- RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação.** Piracicaba: Ceres/POTAFOS, 1991. 343p.
- RENNENBERG, H. The fate of excess sulfur in higher plants. **Annual Review of Plant Physiology, Palo Alto**, v.35, n.1, p.121-153, 1984.
- RHYKERD, C.L.; OVERDAHL, C.J. Nutrition and fertilizer use. In: HANSON, C.H. (Ed.). **Alfalfa Science and Technology.** Madison: American Society of Agronomy, 1972. v.2, p.437-465.
- SMITH, F.W. Pasture Species. In: REUTER, D.J.; ROBISON, J.B. (Eds.). **Plant Analysis; an interpretation manual.** Melbourne: Inkata Press, 1986. p.109-110.
- SOUSA, D.M.G. de; LOBATO, E.; RITCHEY, K.D.; REIN, T.A. Respostas de culturas anuais e leucena a gesso no cerrado. In: SEMINÁRIO SOBRE USO DO GESSO NA AGRICULTURA, 2., 1992, Uberaba. **Anais...** Uberaba: IBRAFOS, 1992. p.139-159.
- TAYLOR, N.L. Clovers around the world. In: TAYLOR, N.L. (Ed.). **Clover Science and Technology.** Wisconsin: American Society of Agronomy, 1985. p.2-5.
- TISDALE, S.L.; NELSON, W.L.; BEATON, J.D. **Soil Fertility and Fertilizer.** New York: MacMillan Publishing, 1985. 754p.
- VIANDS, D.R.; BARNES, D.K.; HEICHEL, G.H. **Nitrogen fixation in alfalfa; responses to bi-directional selection for associated characteristics.** Washington: USDA, 1981. 18p.
- WERNER, J.C.; MONTEIRO, F.A. Respostas das pastagens a aplicação de enxofre. In: SEMINÁRIO SOBRE USO DO GESSO NA AGRICULTURA, 2., 1992, Uberaba. **Anais...** Uberaba: IBRAFOS, 1992. p.399-413.