

EFEITO DE DOSES DE ENXOFRE NA PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO MINERAL DA ALFAFA¹

ADÔNIS MOREIRA², JANICE GUEDES DE CARVALHO³ e ANTÔNIO RICARDO EVANGELISTA⁴

RESUMO - Estudou-se o efeito do enxofre (S) na produção e composição mineral da alfafa, num experimento conduzido em vasos de plástico com cinco litros de Latossolo Vermelho-Escuro distrófico de cerrado (Oxissolo). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial (4 x 6), com cinco repetições. Foram estudadas quatro doses de S (0, 25, 50 e 100 mg dm⁻³ na forma de CaSO₄·2H₂O) e uma dose de sulfato de potássio (50 mg dm⁻³ de S) em seis épocas de corte. Mediram-se as produções de matéria seca (MS) e teores de proteína bruta (PB), P, K, Ca, Mg e S na matéria seca. As produções de matéria seca e teores de P e S variaram em função das doses de enxofre e das épocas de corte. As maiores produções de MS foram observadas nos tratamentos que receberam 100 mg dm⁻³ de S, e as menores, nos que não receberam S. Os dois últimos cortes apresentaram as menores produções, provavelmente em decorrência do esgotamento dos nutrientes. Os teores de S aumentaram com as doses; foram maiores nos primeiros cortes que nos últimos. O inverso foi observado com os teores de P, o que indica efeito diluição ou interação negativa entre P e S. Os teores de PB, K, Ca e Mg variaram de acordo com as épocas de corte.

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

LEVELS OF SULFUR EFFECTS ON ALFALFA PRODUCTION AND MINERAL COMPOSITION

ABSTRACT - The sulfur (S) effect on alfalfa production and mineral composition was studied in plastic pots of five liters of soil Oxisol (Dark-Red Latosol dystrophic). The experimental design was completely randomized factorial scheme (4 x 6) with five replications. Four levels of sulfur (0, 25, 50 and 100 mg dm⁻³ of CaSO₄·2H₂O) and one level of K₂SO₄ (50 mg dm⁻³ of S) in six cutting times, were studied. The analyzed variables were: dry matter production (DM) and amounts of crude protein (CP), P, K, Ca, Mg and S in the dry matter. The dry matter production and the P and S levels varied according to the sulfur dosage and the cutting time. The highest DM levels were observed with the 100 mg dm⁻³ of S treatment, and the lowest with the one that did not receive S. The last two samples showed the lowest production, probably due to the nutrient extraction. The levels of S raised with sulfur application and diminished in the last cuttings. The opposite was observed with the level of P indicating a diluting effect or a negative interaction between P and S. The levels of CP, K, Ca and Mg varied according to the cutting number.

Index terms: crude protein, dry matter, gypsum, *Medicago sativa*, nutrients, potassium sulfate.

INTRODUÇÃO

A alfafa é originária do Sudoeste da Ásia, de onde foi levada para a Europa. Posteriormente foi difun-

dida nas Américas pelos espanhóis. O Chile, o Peru e o Uruguai foram os primeiros países a cultivá-la na América do Sul. Sua introdução no Brasil se fez através da Argentina e do Uruguai. As evidências são de que o Estado do Rio Grande do Sul tenha sido o primeiro a cultivá-la, seguindo-se-lhe os estados de Santa Catarina, Paraná e São Paulo (Nuernberg et al., 1990) e Minas Gerais, onde a produção média é de 8.000 kg de feno ha⁻¹ ano⁻¹ (Anuário Estatístico do Brasil, 1989). O interesse no cultivo da alfafa está ligado principalmente às suas qualidades nutritivas. Ela é rica em proteínas,

¹ Aceito para publicação em 10 de janeiro de 1997.

Trabalho financiado pela FAPEMIG. Apresentado na 29ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Lavras, MG, 1992.

² Eng. Agr., Pós graduando do Dep. de Ciência do Solo, ESALQ/USP, Caixa Postal 09, CEP 13418-900 Piracicaba, SP. Bolsista da CAPES.

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

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

Ca, P e vitaminas A e C, e produz forragem tenra, suculenta e muito palatável, de modo que tais características lhe conferiram o título de "rainha das forrageiras" (Nuernberg et al., 1990).

A alfafa é uma leguminosa mais adaptada a solos neutros ou alcalinos (pH 6,5 a 7,5); extremamente exigente em fertilidade do solo, com altas exigências de P, S e K; é utilizada frequentemente para a produção de feno (Rocha & Evangelista, 1991).

De acordo com Griffith (1974), mesmo em solos considerados suficientes em S disponível, a aplicação desse nutriente duplicou a produção de matéria seca, passando de 4.020 para 9.410 e 9.690 kg ha⁻¹ com o emprego de 56 kg ha⁻¹ de S, na forma de S elementar e de gesso, respectivamente; houve, ainda, aumento no conteúdo de proteína na planta. Segundo Jones et al. (1971), em condições de moderada deficiência de S o conteúdo de proteína das plantas é reduzido, sem que ocorra redução do crescimento da planta; a deficiência severa desse nutriente reduz a taxa de síntese protéica mais do que a taxa de fixação de N, o que provoca acúmulo de N não-protéico (Spencer, 1959).

Com relação ao nível crítico de S na parte aérea da alfafa, em estágio de pré-floração, diversos trabalhos sobre o assunto indicam valores de 2,0 g kg⁻¹ de matéria seca (Andrew, 1977), embora Gilbert & Robson (1984) tenham encontrado nível inferior (1,3 g kg⁻¹), valor que pode ter sido subestimado pelo fato de a produção da alfafa não ter atingido o máximo da curva de resposta.

A alfafa é uma cultura exigente em S, e existem poucas informações sobre as necessidades de adubação com este nutriente nas condições de cerrado.

Este trabalho objetivou avaliar os efeitos do enxofre, aplicado na forma de gesso e sulfato de potássio na produção de matéria seca e nos teores de proteína bruta, P, K, Ca, Mg e S na alfafa.

MATERIAL E MÉTODOS

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

Foram colocadas dez sementes em vasos de plástico com cinco litros de capacidade, e, posteriormente,

selecionadas cinco plantas por vaso, com a cultivar Crioula como planta-teste. O solo utilizado foi um Latossolo Vermelho-Escuro distrófico (Oxissolo), de cerrado (pH_{água} = 4,8; P = 2 mg dm⁻³; K = 40 mg dm⁻³; Ca = 0,4 cmol_c kg⁻¹; Mg = 0,1 cmol_c kg⁻¹; S = 5,1 mg dm⁻³; M.O. = 30,8 g kg⁻¹ e V = 11%), coletado no município de Lavras, MG, na camada de 0 - 25 cm de profundidade. Para elevar o índice de saturação por base ao valor de 80%, 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 (em mg dm⁻³): P - 200, K - 150, B - 0,5, Cu - 1,5, Fe - 5,0, Mn - 3,0, Mo - 0,1, Zn - 5,0 e Co - 0,01; estas doses estavam de acordo com Malavolta (1980) no tocante a experimentos em casa de vegetação.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial de 4 x 6, contendo cinco doses de S (0; 25; 50 e 100 mg dm⁻³ de S na forma de CaSO₄.2H₂O e 50 mg dm⁻³ de S na forma de K₂SO₄, sem a correção do nível de cálcio) e seis épocas de corte, com cinco repetições.

O primeiro corte foi realizado três meses após o plantio; os posteriores foram feitos com base em 10% do florescimento total do experimento. 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 o teor de N pelo fator 6,25.

Os resultados foram submetidos à análise de variância, ao teste de comparação de médias (Tukey 5%), e à regressão polinomial (Pimentel-Gomes, 1987).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de produção de matéria seca são apresentados na Fig. 1. Pela análise de regressão, observou-se que os níveis de S na forma de gesso exerceram efeito positivo sobre o rendimento da alfafa; a produtividade máxima esperada foi de 20,4 g vaso⁻¹, obtida com a dose de 100 mg dm⁻³ de S. As duas fontes de S não afetaram a produção (Tabela 1).

Griffith (1974) verificou que até a dose mais elevada de S (80 kg ha⁻¹) a produção de alfafa foi crescente. Assim, a produção de matéria seca subiu de 7.500 (sem S) para 15.100 kg ha⁻¹ e 17.300 kg ha⁻¹ (com 40 e 80 kg ha⁻¹ de S, respectivamente). Conforme os dados da Tabela 2, a maior produtividade

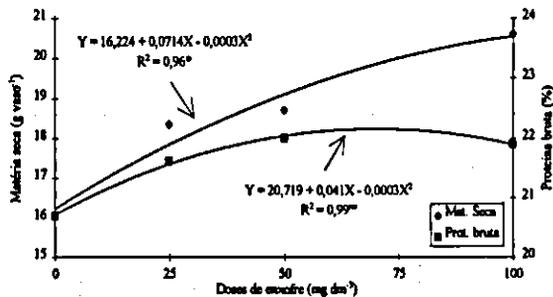


FIG. 1. Produção de matéria seca e proteína bruta em função das doses de enxofre aplicadas na forma de gesso. Média de seis épocas de corte (* significativo a 5% de probabilidade; ** não-significativo).

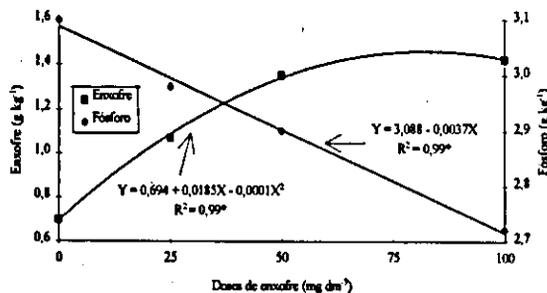


FIG. 2. Teores de S e P na matéria seca, em função das doses de enxofre aplicadas na forma de gesso. Média de seis épocas de corte (* significativo a 5% de probabilidade).

TABELA 1. Efeito das fontes de S na produção de matéria seca (MS) e teor de proteína (PB) na alfafa. Média de seis épocas de corte¹.

Doses de S (mg dm ⁻³)	MS (g vaso ⁻¹)	PB (%)
0	16,0b	20,7a
50 (gesso)	18,7a	22,0a
50 (K ₂ SO ₄)	19,3a	21,8a
Médias	18,0	21,5

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

ocorreu no terceiro corte. Resultados semelhantes foram obtidos por Jones & Quagliato (1970), que observaram aumento proporcional na produção de matéria seca com a elevação no suprimento de S, efeito este mais pronunciado no terceiro corte da alfafa.

Os teores de S e P variaram de acordo com as doses e época de corte (Fig. 2 e Tabela 2). Os teores foliares de S aumentaram em razão dos níveis de gesso aplicado (Fig. 2). O aumento contínuo do teor de S foi acompanhado por idêntico aumento na produção de matéria seca (Fig. 1). Pela análise de regressão, observou-se que o teor de S na parte aérea variou quadraticamente, e a produtividade média máxima foi obtida quando o teor de S na folha alcançou 1,5 g kg⁻¹ na dose 100 mg dm⁻³, resultado de acordo com Martin & Walker (1966), que mesmo trabalhando com doses inferiores, observaram que a quantidade de S removida foi crescente até a dose máxima de 55 g ha⁻¹ de S. A média da concentra-

ção de S no material colhido, apresentou-se sempre aquém do nível crítico de 2,0 g kg⁻¹ na matéria seca, apontado por Andrew (1977) e de 2,4 g kg⁻¹ conforme Rhykerd & Overdahl (1972). Entretanto, a relação N/S nos tecidos, que é um índice muito utilizado na avaliação do estado nutricional das plantas, mostrou, no presente estudo, valor médio de 28,3, superior a valores considerados ideais, tais como 11,4 (Hanson et al., 1984) e 20,0 (Gilbert & Robson, 1984).

Os teores médios de P na matéria seca estiveram sempre acima do nível crítico de 2,4 g kg⁻¹ estabelecido por Andrew & Robins (1969a), variando conforme a análise de regressão de 2,7 g kg⁻¹ a 3,1 g kg⁻¹ (Fig. 2), o que indica influência do efeito de diluição ocorrido nas plantas por causa do aumento da produção de matéria seca (Rehm, 1987). Para Rhykerd & Overdahl (1972), a inibição competitiva entre P e S também pode influenciar a absorção desses dois nutrientes; a falta de S favorece a absorção de P; quando se agrega P ao S, a absorção de P é reduzida.

Os teores de proteína bruta (Fig. 1 e Tabelas 1 e 2), K, Ca e Mg (Fig. 2 e Tabelas 2 e 3) variaram apenas em função da época de corte. Resultados semelhantes foram encontrados por Malavolta et al. (1984), que não observaram influência do S nos teores de PB, K, Ca, e Mg nos cultivos realizados. O teor de PB encontrado na matéria seca foi satisfatório, com média geral de 21,6%. A análise geral dos dados não mostrou diferenças significativas entre os tratamentos nos quais os valores

TABELA 2. Produção de matéria seca e teores de proteína bruta, P, K, Ca, Mg e S na matéria seca da parte aérea. Média de cinco repetições.

Época	Doses de S (gesso) (mg dm ³)	MS (g vaso ⁻¹)	PB (%)	P	K	Ca Mg S		
						(g kg ⁻¹)		
1	0	18,3	22,8	2,5	28,2	14,9	2,9	1,0
	25	18,2	20,5	2,5	23,6	14,7	2,8	0,9
	50	17,3	19,9	2,2	19,3	15,5	2,8	1,5
	100	18,8	22,1	2,2	26,3	16,8	3,0	1,3
2	0	17,8	21,8	2,1	21,8	19,0	4,0	0,8
	25	16,5	23,3	2,2	23,3	18,6	4,0	1,5
	50	16,7	22,1	2,5	22,3	20,8	5,3	2,0
	100	17,4	22,6	2,0	19,6	20,6	6,0	2,0
3	0	18,7	20,6	4,2	27,9	12,5	3,5	0,7
	25	21,3	22,9	4,1	26,1	12,0	2,9	1,0
	50	20,8	23,5	3,9	28,0	11,4	3,1	1,3
	100	24,0	22,8	3,6	25,3	12,5	3,0	1,4
4	0	10,4	19,9	3,9	19,5	15,0	4,5	0,6
	25	19,4	21,0	3,3	15,4	15,0	4,4	1,0
	50	19,0	22,6	3,1	17,8	14,2	4,2	1,4
	100	22,0	23,8	2,9	14,3	15,0	4,2	1,5
5	0	16,4	23,1	3,2	20,6	10,1	3,4	0,6
	25	18,8	24,3	3,3	21,6	11,3	3,2	1,0
	50	19,7	25,4	3,2	23,0	11,2	3,7	1,1
	100	21,8	23,8	3,3	22,0	11,2	3,4	1,2
6	0	14,6	15,8	2,4	14,5	4,5	3,6	0,6
	25	15,9	17,7	2,5	11,9	4,4	3,5	1,0
	50	18,5	18,7	2,4	13,1	6,1	3,5	0,8
	100	19,7	16,3	2,3	10,5	6,0	3,3	1,1

TABELA 3. Efeito de fontes de S nos teores (g kg⁻¹) de P, K, Ca, Mg e S na matéria seca da parte aérea. Média de seis épocas de corte¹.

Dose (mg dm ³)	P	K	Ca	Mg	S
0	3,1a	22,1a	12,7a	3,7a	0,7b
50 (gesso)	2,9a	20,6a	13,2a	4,2a	1,4a
50 (K ₂ SO ₄)	2,8a	20,3a	13,6a	4,1a	1,2a
Médias	2,9	21,0	13,2	4,0	1,2

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

percentuais de PB variaram de 22,0%, no tratamento 50 mg dm⁻³ de S na forma de CaSO₄.2H₂O, até 20,7% de PB, no tratamento sem S (Fig. 1 e Tabela 3). Este resultado corrobora os obtidos por Hanson et al. (1984), que também não observaram incremento no teor de PB com o aumento das doses

de S. Os teores encontrados neste trabalho estão abaixo dos obtidos por Bassols et al. (1979), que, cortando alfafa em pré-florescimento, encontraram 22,5% de proteína bruta.

O teor médio de K presente na matéria seca, 20,7 g kg⁻¹, pode ser julgado satisfatório, considerando-se o nível crítico de 12,0 g kg⁻¹ (Andrew & Robins, 1969b) e sendo superior ao de 18,2 g kg⁻¹ obtido por Leach (1983), em Queensland, Austrália. Contudo, situou-se bem abaixo do valor encontrado por Haag & Hass (1982), equivalente a 42,2 g kg⁻¹, em cultivo de alfafa no Município de Indaiatuba, São Paulo.

Conforme a Fig. 3, o teor médio de 13,0 g kg⁻¹ de Ca presente na matéria seca, obtido pela análise de regressão, está abaixo do valor médio (23,1 g kg⁻¹) indicado por Wagner & Jones (1968). A Fig. 3 e a Tabela 3 mostram que quando se eleva a saturação de bases a 80% não há influência do teor de Ca exis-

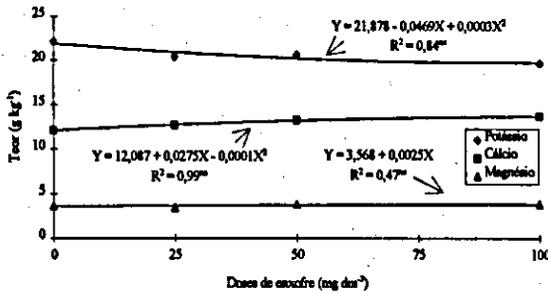


FIG. 3. Teores de K, Ca e Mg na matéria seca, em função das doses de enxofre aplicadas na forma de gesso. Média de seis épocas de corte (** não-significativo a 5% de probabilidade).

tente no gesso, o qual passa a ser preferencialmente fonte de S. Com relação à concentração de Mg na matéria seca, pode-se constatar que não houve influência do S no teor foliar; o valor médio alcançado, de 3,7 g kg⁻¹ é superior aos indicados por Rhykerd & Overdahl (1972), Haag & Hass (1982), e inferior aos obtidos por Leach (1983), respectivamente 3,0, 3,1 e 4,6 g kg⁻¹. Estes teores aparentemente não afetaram a produção.

CONCLUSÕES

1. As doses de S e épocas de corte influenciam sensivelmente a produção de matéria seca da alfafa.
2. Os teores de S na alfafa aumentam com as doses crescentes de gesso, e o inverso ocorre com o teor de P.
3. Em Latossolo Vermelho-Escuro distrófico, nas condições de Lavras, as doses e fontes de S não afetam os teores de proteína bruta, K, Ca e Mg na alfafa, que, no entanto são afetadas pela época de corte.

AGRADECIMENTOS

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

REFERÊNCIAS

ANDREW, C.S. The effect of sulphur on the growth, sulphur and nitrogen concentrations, and critical

sulphur concentrations of some tropical and temperate pasture legumes. *Australian Journal of Agricultural Research*, Melbourne, v.28, p.807-820, 1977.

ANDREW, C.S.; ROBINS, M.F. The effect of phosphorus on the growth and chemical composition of some tropical pasture legumes. I. Growth and critical percentages of phosphorus. *Australian Journal of Agricultural Research*, Melbourne, v.20, p.665-674, 1969a.

ANDREW, C.S.; ROBINS, M.F. The effect of potassium on the growth and chemical composition of some tropical pasture legumes. I. Growth and critical percentages of potassium. *Australian Journal of Agricultural Research*, Melbourne, v.20, p.999-1007, 1969b.

ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL-1987/1988. Rio de Janeiro: IBGE, v.48, p.331, 1989.

BASSOLS, P.A.; PAIM, N.R.; JACQUES, A.V.A. Estudos comparativos de cultivares de alfafa (*Medicago sativa* L.) introduzidos no Rio Grande do Sul. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.8, n.1, p.16-32, 1979.

GILBERT, M.A.; ROBSON, A.D. Sulfur nutrition of temperate pasture species. II. A comparison of subterranean clover cultivars, medics and grasses. *Australian Journal of Agricultural Research*, Melbourne, v.35, p.389-398, 1984.

GRIFFITH, W.K. Satisfying the nutritional requirements of established legumes. In: MAYS, D.A. (Ed.). *Forage Fertilization*. Madison: Soil Science Society of America, 1974. p.147-169.

HAAG, H.P.; HASS, F.J. Recrutamento de nutrientes por uma cultura de alfafa (*Medicago sativa* L.). *O Solo*, Piracicaba, v.74, n.1, p.65-70, 1982.

HANSON, R.G.; RISNER, N.; MALEDY, S.R. Sulfur fertilization of two aquic hapludalf soils. I. Effect on alfalfa yield and quality. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, New York, v.15, n.2, p.227-237, 1984.

JONES, M.B.; QUAGLIATO, J.L. Respostas de quatro leguminosas tropicais e da alfafa a vários níveis de enxofre. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.5, p.359-363, 1970. (Série Agronomia, 3).

JONES, R.K.; ROBISON, P.S.; HAYDOCK, K.P.; MEGARRITY, R.G. Sulfur-nitrogen relationship in

- the tropical legume *Stylosanthes humilis*. *Australian Journal of Agricultural Research*, Melbourne, v.22, p.885-894, 1971.
- LEACH, G.J. Influence of rest interval, grazing duration and mowing on the growth, mineral content and utilization of a lucerne pasture in a subtropical environment. *Journal of Agricultural Science*, Cambridge, v.101, p.169-183, 1983.
- MALAVOLTA, E. Elementos de nutrição mineral de plantas. Piracicaba: Ed. Ceres, 1980. 251p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; FORNASIERI FILHO, D.; ROSOLEM, C.A.; MUTON, M.A.; EIMORI, I.; MALAVOLTA, M.A.; MORAES, R.X. Capim colônião (*Panicum maximum* Jacq). In: MALAVOLTA, E. (Ed.). Efeitos de doses e fontes de enxofre em culturas de interesse econômico. São Paulo: SN Centro de Pesquisa e Promoção de Sulfato de Amônio, 1984. p.9-22. (Boletim Técnico, 3).
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. de. Avaliação do estado nutricional das plantas; princípios e aplicações. Piracicaba: POTAFOS, 1989. 210p.
- MARTIN, W.E.; WALKER, T.W. Sulfur requirements and fertilization of pasture and forage crops. *Soil Science*, Baltimore, v.101, n.2, p.248-257, 1966.
- NUERNBERG, N.J.; MILAN, P.A.; SILVEIRA, C.A.M. Manual da produção de alfafa. Florianópolis: EMPASC, 1990. 102p.
- PIMENTEL-GOMES, F. Curso de Estatística Experimental. Piracicaba: Nobel, 1987. 467p.
- REHM, G.W. Application of phosphorus and sulfur on irrigated alfalfa. *Agronomy Journal*, Madison, v.79, n.3, p.973-979, 1987.
- RHYKERD, C.L.; OVERDAHL, C.J. Nutrition and fertilizer use. In: HANSON, C.H. (Ed.). *Alfalfa Science and Technology*. Wisconsin: American Society of Agronomy, 1972. v.2, p.437-468.
- ROCHA, G.P.; EVANGELISTA, A.R. Forragicultura. Lavras: ESAL/FAEPE, 1991. 195p.
- SPENCER, K. Growth and chemical composition of white clover as affected by sulfur supply. *Australian Journal of Agricultural Research*, Melbourne, v.10, p.500-509, 1959.
- WAGNER, R.E.; JONES, M.B. Fertilization of high yielding forage crops. In: NELSON, L.B.; McVICKECAR, M.H.; MUNSON, R.D.; SEATZ, L.F.; TISDALE, S.L.; WHITE, W.C. (Eds.). *Changing patterns on fertilizer use*. Madison: Soil Science Society of Fertilizer Use, 1968. p.297-326.