



EFEITO DE FONTES E DOSES DE ENXOFRE NOS TEORES E CONTEÚDO DE MICRONUTRIENTES NA ALFAFA E NO TREVO-BRANCO¹

ADÔNIS MOREIRA², ANTÔNIO RICARDO EVANGELISTA³, JANICE GUEDES DE CARVALHO³
e JOÃO ODEMIR SALVADOR⁴

RESUMO: Estudou-se o efeito de fontes e de doses de enxofre nos teores e conteúdo de micronutrientes na alfafa e no trevo branco, num experimento conduzido em casa de vegetação em vasos de plástico de 5 e 1,5 litros respectivamente, contendo um Latossolo Vermelho-Escuro distrófico. O delineamento experimental utilizado foi em esquema fatorial inteiramente casualizado, com cinco repetições. Foram estudadas quatro doses de S (0, 25, 50 e 100 mg kg⁻¹ na forma de CaSO₄.2H₂O) e uma dose na forma de K₂SO₄ (50 mg kg⁻¹ de S) em seis épocas de corte na alfafa e três épocas de corte no trevo branco. Mediram-se os teores e o conteúdo de B, Cu, Fe, Mn e Zn na matéria seca da parte aérea. Exceto o Mn na alfafa, as doses e fontes de S não afetaram os teores de B, Cu, Fe e Zn. Houve efeito das doses e fontes de S no conteúdo de micronutrientes. Na alfafa, os maiores valores de Cu, Fe, Mn e Zn foram observados no tratamento 100 mg kg⁻¹ de S, enquanto que o B foi observado no tratamento 50 mg kg⁻¹ de K₂SO₄. No trevo branco, os maiores valores de B, Cu, Fe, Mn e Zn foram observados no tratamento 50 mg kg⁻¹ de K₂SO₄. As épocas de corte afetaram os teores e conteúdo de micronutrientes em ambas leguminosas.

Termos para indexação: gesso, *Medicago sativa*, micronutrientes, sulfato de potássio, *Trifolium repens*.

EFFECT OF SULPHUR RATES AND SOURCES ON THE CONTENT AND RATIO OF MICRONUTRIENTS IN ALFALFA AND WHITE CLOVER

SUMMARY: The effect of S on the content and ratio of micronutrients in alfalfa and white clover were studied in the greenhouse. Plastic pots of 5 and 1.5 liters, respectively, containing dystrophic Dark-Red Latosol (Oxisol) soil were used. The experimental design was a randomized factorial scheme with five replicates. Four rates of CaSO₄.2H₂O (0, 25, 50 and 100 mg kg⁻¹) and one rate of K₂SO₄ (50 mg kg⁻¹) were used as sources of S. Alfalfa was evaluated at six cuttings and white clover at three cuttings. The variables analyzed were contents and ratios of B, Cu, Fe, Mn, and Zn in the aerial dry matter. The applications of S significantly raised the ratio of Mn in alfalfa. However, rates and sources of S did not affect the ratios of B, Cu, Fe and Zn for both legumes. The type and rate of S had an effect on the content of micronutrients. The highest contents of Cu, Fe, Mn, and Zn in alfalfa were observed applying 100 mg kg⁻¹ of S (CaSO₄.2H₂O). The highest concentration of B in alfalfa was observed when 50 mg kg⁻¹ of K₂SO₄ was applied. In white clover, the highest contents of B, Cu, Fe, Mn, and Zn were documented when 50 mg kg⁻¹ of K₂SO₄ was used. The content and ratio of micronutrients varied according to the cutting number of both legumes.

¹ Trabalho financiado pela FAPEMIG.

² Doutorando do Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas do CENA/USP, Caixa Postal 09, CEP 13400-970 Piracicaba, SP. Bolsista da FAPESP.

³ Prof. Titular, Universidade Federal de Lavras, Caixa Postal 37, CEP 37200-000 Lavras, MG. Bolsista do CNPq.

⁴ Biólogo do Laboratório de Fertilidade do Solo do CENA/USP.



Index terms: gypsum, *Medicago sativa*, micronutrients, potassium sulfate, *Trifolium repens*.

INTRODUÇÃO

O Brasil apresenta escassez de informações no que se refere às exigências e às interações de alguns nutrientes que podem afetar os teores de micronutrientes na alfafa e no trevo branco nas condições de cerrado, como demonstram várias literaturas (PUPO, 1979; NUERNBERG, 1986; HONDA e HONDA, 1990; NUERNBERG et al., 1990; ROCHA e EVANGELISTA, 1991; BOTREL et al., 1994).

Assim, é importante conhecer a composição inorgânica dessas duas leguminosas forrageiras nas nossas condições, visto que a região de Lavras está situada numa das principais bacias leiteiras do país. Nessa região, observa-se, nos últimos anos, grande aumento na demanda de informações sobre alimentos volumosos de alto valor nutritivo, capazes de suprir as necessidades nutricionais do rebanho leiteiro. Isto tem ocorrido devido ao crescimento do número de sistemas intensivos de produção, nos quais são utilizados animais de melhor potencial genético de produção de leite, e que portanto necessitam de alimentos volumosos de boa qualidade (BOTREL e ALVIM, 1994; MOREIRA et al., 1996; MOREIRA et al., 1997).

Conforme Moreira et al. (1997), com a aplicação de S ocorre um incremento na produção de matéria seca, porém, segundo MALAVOLTA (1980) e MARSCHNER (1995), altas doses desse elemento podem afetar a absorção de nutrientes pela presença de íons acompanhantes e/ou pelos efeitos interiônicos que aumentam, diminuem ou não alteram a entrada de nutrientes na planta.

A presença de antagonismo, inibição competitiva e sinergismo, entre inúmeros elementos são relatados por MARSCHNER (1995) e MALAVOLTA et al. (1997); assim as doses de Ca e S contidas no gesso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) e a presença do K e S no sulfato de potássio (K_2SO_4) podem causar carência ou toxidez de algum elemento essencial.

O presente trabalho foi desenvolvido visando avaliar o efeito do S aplicado na forma de gesso e sulfato de potássio sobre os teores (mg kg^{-1}) e conteúdo ($\mu\text{g MSvso}^{-1}$) de micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn e Zn) na alfafa e no trevo branco nos vários cortes realizados sob condições de casa de vegetação.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em condições de casa de vegetação do Departamento de Ciência do Solo da O

O experimento foi conduzido em condições de casa de vegetação do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras (UFLA), região sul de Minas Gerais, nas coordenadas $21^\circ 14' 6''$ de latitude sul e $45^\circ 00'$ de longitude oeste, a uma altitude média de 900 m.

Como plantas testes utilizaram-se a alfafa *Medicago sativa* cv. Crioula e o trevo branco *Trifolium repens* cv. Jacuí, sendo colocadas dez sementes inoculadas com os *Rhizobiums* específicos em vasos de plástico com capacidade para 5,0 e 1,5 litros respectivamente. Após o desbaste, deixou-se cinco plantas de alfafa e três de trevo-branco em cada vaso. O solo utilizado foi um Latossolo Vermelho-Escuro distrófico, coletado no município de Lavras, MG, na camada de 0-25 cm de profundidade, apresentando as seguintes características químicas: $\text{pH}_{\text{água}} = 4,8$; $\text{P} = 2 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{K} = 40 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{Ca} = 0,4 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{Mg} = 0,1 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{S} = 5,13 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{Al} = 0,7 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{H}+\text{Al} = 5,1 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{B} = 0,2 \text{ mg m}^{-3}$; $\text{Cu} = 3,2 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{Fe} = 55,4 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{Mn} = 8,4 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{Zn} = 0,1 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{M.O.} = 30,8 \text{ g kg}^{-1}$, e $\text{V} = 11\%$. O extrator para o P, K, Cu, Fe, Mn e Zn foi o extrator Mehlich 1; para o Ca, Mg e Al o extrator KCl; para o S foi o extrator $\text{NaOAc} + \text{HOAc}$ e para o B a água quente. Para elevar o índice de saturação por base no valor de 80% para alfafa e 70% para o trevo branco, fez-se calagem com os reagentes analíticos CaO 40% e MgO 15%, 60 dias antes da aplicação dos tratamentos. Dois dias antes do plantio (05/10/1991), o solo recebeu adubação básica nas seguintes doses (em mg kg^{-1}): P - 200 (MAP), K - 150 (KCl), B - 0,5 (H_3BO_3), Cu - 1,5 ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), Fe - 5,0 ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), Mn - 3,5 ($\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$), Mo - 0,1 (H_2MoO_4), Zn - 5,0 ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) e Co - 0,01 ($\text{CoCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$), estando estas doses de acordo com Malavolta (1980). No segundo e quarto corte na alfafa e no segundo no trevo branco foi efetuada a adubação de manutenção com KCl e no terceiro corte na alfafa foi efetuada a adubação com micronutrientes (B, Cu, Mn e Zn).

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial, contendo cinco doses de S [0; 25; 50 e 100 mg kg^{-1} de S na forma de $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ e 50 mg kg^{-1} de S na forma de K_2SO_4 (sem a correção do nível de cálcio)] e seis épocas na alfafa e três no trevo branco, com cinco repetições.

O primeiro corte foi realizado três meses após o plantio na alfafa e dois meses após o plantio no trevo branco; as posteriores foram feitas com base em 10% do florescimento total do experimento na alfafa e a cada 30



dias no trevo branco. Após cada corte, o material foi pesado e levado à estufa a 65°C, na qual permaneceu até atingir peso constante. Após a moagem, determinaram-se os teores de B, Cu, Fe, Mn e Zn, conforme MALAVOLTA et al. (1997).

Os resultados foram submetidos à análise de variância, correlação e teste de comparação de médias (Tukey 5%) e à regressão polinomial, de acordo com a metodologia descrita por PIMENTEL-GOMES (1990).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se que as doses de S aplicadas na forma de gesso não afetaram os teores dos demais micronutrientes na planta. Através dos resultados das análises de regressão (Quadro 1), verifica-se que na média dos cortes, apenas o teor de Mn na alfafa variou estatisticamente ($P < 0,05$). Estes resultados corroboram os obtidos por CALDWELL et al. (1969) ao estudarem os efeitos do enxofre na composição mineral presente na matéria seca da parte aérea da alfafa e do milho. Os autores também observaram que somente o teor de Mn aumentou significativamente com a aplicação de S no solo. Segundo BERTRAMSON et al. (1950) e MALAVOLTA et al. (1997), altas doses de enxofre pode ocasionar um aumento na absorção de manganês, em função deste atuar na ativação da síntese da metionina.

Ao avaliar as fontes de S, observa-se na alfafa que os teores de B, Cu, Mn e Zn não tiveram influência desses tratamentos quando se comparou com a testemunha (0 mg kg⁻¹ de S). No trevo branco, exceto o Fe que apresentou efeito significativo ($P < 0,05$), os

demais micronutrientes estudados tiveram resultados semelhantes ao da alfafa (Quadro 2). Segundo MALAVOLTA (1980) e MARSCHNER (1995), com o aumento da produção de matéria seca pode ocorrer uma diminuição no teor de Fe no trevo branco, possivelmente em decorrência do efeito de diluição do nutriente na planta. Esse resultado contraria uma expectativa inicial, visto que o Fe atua na assimilação do S como ativador enzimático da redutase e oxidase do sulfito. Pode ser observado na Quadro 1 que, mesmo não sendo significativo, o teor de Fe aumentou na alfafa e no trevo branco após a dose 50 mg kg⁻¹.

Quadro 1. Efeitos das doses de S na forma de gesso nos teores (mg kg⁻¹) de micronutrientes na parte aérea da alfafa e do trevo branco. Média de cinco repetições, seis cortes para alfafa e três para o trevo branco.

Elemento	Alfafa		R ²
	Equação		
B	Y = 67,718 + 0,0196X - 0,0011X ²		0,97 ^{ns}
Cu	Y = 16,02 + 0,007X		0,77 ^{ns}
Fe	Y = 181,44 + 0,517X		0,96 ^{ns}
Mn	Y = 59,00 + 0,349X		0,84*
Zn	Y = 72,104 + 0,1415X - 0,0013X ²		0,75 ^{ns}
Trevo branco			
B	Y = 107,83 - 0,0822X + 0,0009X ²		0,21 ^{ns}
Cu	Y = 11,03 + 0,0374X - 0,0003X ²		0,88 ^{ns}
Fe	Y = 543,0 - 3,7276X + 0,0302X ²		0,46 ^{ns}
Mn	Y = 85,009 + 0,5158X - 0,004X ²		0,36 ^{ns}
Zn	Y = 59,723 - 0,0661X + 0,00003X ²		0,99 ^{ns}

* significativo a 5% de probabilidade.

^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade.

Quadro 2. Teores de B, Cu Fe, Mn e Zn contidos na matéria seca da alfafa e trevo branco em função das fontes estudadas. Média de cinco repetições, seis cortes para alfafa e três para o trevo branco¹.

Doses de S (mg kg ⁻¹)	Alfafa				
	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	mg kg ⁻¹				
0	68,10a	16,10a	181,10 ^a	58,30a	72,60a
50 (Ca SO ₄ . 2H ₂ O)	66,70a	16,50a	183,70a	60,90a	76,96a
50 (K ₂ SO ₄)	67,15a	16,58a	188,17a	62,66a	75,27a
Média	67,32	16,39	184,32	60,62	74,94
Trevo branco					
	mg kg ⁻¹				
0	108,70a	11,11a	567,67a	80,44a	59,68a
50 (Ca SO ₄ . 2H ₂ O)	107,97a	12,30a	481,26b	91,60a	56,40a
50 (K ₂ SO ₄)	92,67a	10,80a	454,32b	90,89a	61,67a
Média	103,11	11,40	501,08	87,64	59,25

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

Observa-se no Quadro 3 que o conteúdo de micronutrientes presentes na matéria seca da parte

aérea com exceção do B na alfafa e Cu e Zn no trevo branco, aumentou linearmente, sendo o conteúdo muito



reduzido na ausência de S. O maior conteúdo de B, Cu, Fe, Mn e Zn presente na matéria seca da parte aérea no trevo branco na fonte K_2SO_4 na soma de todos os cortes (Quadro 4) pode ser explicado pelo fato desse

tratamento ter apresentado a maior produção de matéria seca (MS) - dados não apresentados - e conseqüentemente uma maior absorção desses nutrientes.

Quadro 3. Efeitos das doses de S na forma de gesso no conteúdo ($\mu\text{g MSvaso}^{-1}$) de micronutrientes na alfafa e no trevo branco. Média de cinco repetições, seis cortes para alfafa e três para o trevo branco.

Alfafa		
Elemento	Equações de regressão	R ²
B	$Y = 1,096 + 0,0053X - 0,00004X^2$	0,96 ^{ns}
Cu	$Y = 0,266 + 0,0008X$	0,96*
Fe	$Y = 3,002 + 0,0087X$	0,93*
Mn	$Y = 0,99 + 0,0029X$	0,90*
Zn	$Y = 1,222 + 0,0032X$	0,85*
Trevo branco		
B	$Y = 0,248 + 0,0012X$	0,68*
Cu	$Y = 0,0216 + 0,0007X - 0,00006X^2$	0,92*
Fe	$Y = 1,076 + 0,0084X$	0,99*
Mn	$Y = 0,21 + 0,0015X$	0,94*
Zn	$Y = 0,118 + 0,0019X - 0,00001X^2$	0,70*

* significativo a 5% de probabilidade.

^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade.

Quadro 4. Conteúdo de B, Cu Fe, Mn e Zn contido na matéria seca da parte aérea da alfafa e no trevo branco em função das fontes estudadas. Média de cinco repetições, seis cortes na alfafa e três no trevo branco¹.

Alfafa					
Doses de S (mg kg^{-1})	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	$\mu\text{g MSvaso}^{-1}$				
0	1,09b	0,26b	2,90a	0,95b	1,16b
50 (Ca $SO_4 \cdot 2H_2O$)	1,24 ^a	0,31a	3,43a	1,14a	1,43a
50 (K_2SO_4)	1,30 ^a	0,32a	3,63a	1,21a	1,45a
Média	1,21	0,30	3,32	1,10	1,35
Trevo branco					
	$\mu\text{g MSvaso}^{-1}$				
0	0,21c	0,02b	1,07c	0,17c	0,11b
50 (Ca $SO_4 \cdot 2H_2O$)	0,32b	0,04a	1,55b	0,30b	0,16b
50 (K_2SO_4)	0,43 ^a	0,05a	2,07a	0,46a	0,28a
Média	0,32	0,04	1,56	0,31	0,18

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

Com relação às épocas de corte, verifica-se que os teores e o conteúdo dos micronutrientes presentes nas duas leguminosas apresentaram características distintas (Quadros 5 e 6). Os maiores teores e o maior conteúdo de B na alfafa ocorreram no primeiro corte e os menores ocorreram no segundo; o mesmo não ocorreu no trevo branco que apresentou os maiores teores e conteúdo no segundo e terceiro cortes. Na alfafa, os maiores teores e conteúdo de Cu ocorreram no terceiro e quarto cortes, respectivamente, enquanto que, os menores teores ocorreram no último corte, provavelmente, devido ao esgotamento desse nutriente nos vasos. Com relação ao trevo branco, não houve

efeito significativo nos teores e no conteúdo desse elemento.

Os teores e conteúdo de Mn e Zn tiveram comportamentos semelhantes quando se compararam as épocas de corte (Quadros 5 e 6): verifica-se um aumento significativo nos teores e conteúdo desses dois nutrientes no terceiro corte na alfafa e segundo corte no trevo branco. Isso ocorreu, principalmente, porque neste período foram realizadas as adubações de manutenção do experimento.

Apenas o Fe no trevo branco (Quadro 5) ficou bem acima dos teores foliares considerados adequados na faixa de 50 a 300 mg kg^{-1} por GALLO et al. (1974),



BLUE e CARLISLE (1985) e PINKERTON et al. (1997), porém, ficou próximo da faixa considerada adequada por FRAME e NEWBOULD (1986), (de 102 a 448 mg kg⁻¹). O alto valor de Fe encontrado no trevo branco no último corte pode ser em decorrência da contaminação do material, apesar de serem lavados com água destilada e acondicionados em saquinhos após cada corte ou pelo efeito de concentração descrito anteriormente. Os teores foliares de B, Cu, Mn e Zn nas

duas leguminosas estiveram na faixa considerada adequada (B - 20 a 80; Cu - 5 a 30; Fe - 60 a 200; Mn - 25 - 100; Zn - 20 a 70 mg kg⁻¹) por RHYKERD e OVERDAHL (1972), PLANK (1988) e MOREIRA (1997) para alfafa e adequada (B - 20 a 100; Cu - 5 a 20; Mn - 20 a 500; Zn - 25 a 150 mg kg⁻¹) por BLUE e CARLISLE (1985) e FRAME e NEWBOULD (1986) para o trevo branco e por GALLO et al. (1974) e PINKERTON et al. (1997) para ambas leguminosas.

Quadro 5. Teor de B, Cu, Fe, Mn e Zn na matéria seca da parte aérea de todas as doses e fontes de S em função das épocas de corte. Média de cinco repetições¹.

Época de corte	Alfafa				
	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	mg kg ⁻¹				
1	76,18a	16,08ab	173,00b	59,30a	74,68b
2	49,14c	19,25a	157,57b	58,35a	72,94b
3	53,51bc	22,72a	162,97b	70,10a	146,71 ^a
4	57,86b	24,08a	149,60b	69,30a	74,33b
5	65,70ab	18,75ab	218,20a	58,65a	30,52c
6	58,27b	13,44b	244,20a	38,80b	40,91c
Média	60,11	19,05	184,26	59,08	73,35
	Trevo branco				
	mg kg ⁻¹				
1	91,96b	12,47a	357,39b	100,51a	54,18b
2	94,69b	11,03b	394,39b	82,57b	68,00 ^a
3	116,87a	12,11ab	685,39 ^a	91,18ab	47,90b
Médias	101,17	11,87	479,06	91,42	56,69

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

Quadro 6. Conteúdo de B, Cu, Fe, Mn e Zn na matéria seca da parte aérea de todas as doses e fontes de S, em função das épocas de corte. Média de cinco repetições¹.

Época de corte	Alfafa				
	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	µg MSvaso ⁻¹				
1	1,44a	0,30b	3,18bc	1,09c	1,37b
2	0,87c	0,34b	2,88c	1,03c	1,29b
3	1,16b	0,49a	3,54bc	1,52a	3,18 ^a
4	1,05bc	0,44a	2,71c	1,25b	1,34b
5	1,24ab	0,35b	4,12a	1,11bc	0,58c
6	1,00bc	0,23c	4,20a	0,67d	0,70c
Média	1,13	0,36	3,44	1,11	1,41
	Trevo branco				
	µg MSvaso ⁻¹				
1	0,38b	0,05a	1,54b	0,27c	0,32 ^a
2	0,44a	0,05a	2,01a	0,42a	0,24b
3	0,41ab	0,04a	2,19a	0,32b	0,15c
Média	0,41	0,05	1,91	0,34	0,24

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

CONCLUSÕES

- Nas condições estudadas, exceto o Mn na alfafa, as doses e fontes de S não afetam os teores de micronutrientes presentes na matéria seca da parte aérea.



2. Com exceção do Fe presente no trevo branco, os teores de B, Cu, Fe, Mn e Zn na alfafa e no trevo branco apresentaram níveis considerados adequados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERTRAMSON, B.R. et al. Sulfur in Indiana soils and crops. *Soil Science*, v.70, n.1, p.27-41, 1950.
- 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, Juiz de Fora, 1994. Anais... Juiz de Fora: EMBRAPA-CNPGL, 1994. p.37-45.
- _____ et al. WORKSHOP SOBRE POTENCIAL FORRAGEIRO DA ALFAFA (*Medicago sativa* L.) NOS TRÓPICOS, Juiz de Fora, 1994. Anais... Juiz de Fora: EMBRAPA-CNPGL, 1994. 224p.
- CALDWELL, A.C. et al. Sulfur effects on the elemental composition of alfalfa (*Medicago sativa* L.) and corn (*Zea mays* L.). *Agron. J.*, Madison, v.61, n.4, p.632-634, 1969.
- FRAME, J., NEWBOULD, P. Agronomy of white clover. *Adv. Agron.*, New York, v.40, p.1-88, 1986.
- GALLO, J.R. et al. Composição química inorgânica de forrageiras do Estado de São Paulo. *B. Indústr. anim.*, Nova Odessa, v.31, n.1, p.115-37, 1974.
- HONDA, C.S., HONDA, A.M. Cultura da alfafa. Camará: Iara Artes Gráficas, 1990. 245p.
- MALAVOLTA, E. Elementos de nutrição mineral de plantas. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1980. 251p.
- _____ et al. Avaliação do estado nutricional das plantas; princípios e aplicações. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 319p.
- MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. London: Academic Press, 1995. 889p.
- MOREIRA, A. Efeito de fontes e doses de fósforo na alfafa (*Medicago sativa* L.) e Centrosema (*Centrosema Pubescens* Benth.) e avaliação de extratores. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1997. 107 f. Dissertação de Mestrado.
- _____ et al. Efeito de doses de enxofre na produção e composição mineral da alfafa. *Pesq. Agropec. bras.*, Brasília, v.32, n.5, p.533-538, 1997.
- _____ et al. Avaliação de cultivares de alfafa na região de Lavras, Minas Gerais. *Pesq. Agropec. bras.*, Brasília, v.31, n.6, p.707-711, 1996.
- NUERNBERG, N.J. Técnicas de Produção de Alfafa. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PASTAGENS, 8., Piracicaba, 1986. Anais... Piracicaba: FEALQ, 1986. p.145-160.
- _____ et al. Manual da produção de alfafa. Florianópolis: EMPASC, 1990. 102p.
- PIMENTEL-GOMES, F. Curso de estatística experimental. Piracicaba: Nobel, 1990. 468p.
- PINKERTON, A. et al. Pasture species. In: REUTER, D.J., ROBINSON, J.B. (Ed.) *Plant analysis; an interpretation manual*, Melbourne: INKATA, 1997. p.285-343.
- PLANK, C.O. Alfafa. In: PLANK, C.O. (Ed.) *Plant analysis handbook for Georgia*. Athens: Cooperative of Extension Service, 1988. p.18-19.
- PUPO, N.I.H. Manual de pastagens e forrageiras; formação, conservação e utilização. Campinas: ICEA, 1979. 343p.
- 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.533-569.
- ROCHA, G.P., EVANGELISTA, A.R. Forragicultura. Lavras: ESAL/FAEPE, 1991. 195p.