

EFEITO DA RELAÇÃO CÁLCIO / MAGNÉSIO DO CORRETIVO NOS TEORES E CONTEÚDO DE MICRONUTRIENTES NA ALFAFA¹

Adônis Moreira²

Larissa Alexandra Cardoso Moraes³

Janice Guedes de Carvalho⁴

João Odemir Salvador⁵

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da relação Ca/Mg do corretivo nos teores e conteúdo de micronutrientes na alfafa, num experimento conduzido em casa de vegetação em um Latossolo Vermelho-Escuro distrófico. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com quatro repetições. Foram estudadas cinco relações (1:0, 1:1, 2:1, 3:1, 4:1) e um tratamento com duas vezes a relação 3:1, em seis cortes com intervalo de 35 dias. Verificou-se que o dobro da aplicação da relação 3:1 (7800 kg ha⁻¹) diminuiu significativamente os teores de B, Fe, Mn e Zn. A aplicação de CaCO₃ como corretivo da acidez não afetou significativamente a absorção de cobre. Os teores dos micronutrientes estudados apresentaram níveis considerados adequados. Eles foram afetados pelas épocas de corte.

¹ Trabalho financiado pela FAPEMIG.

² Pós-graduando em Ciências, CENA/USP, Caixa Postal 96, CEP 13400-970 Piracicaba, SP; Bolsista da FAPESP. E-mail: amoreira@cena.usp.br

³ Pesquisadora do CPAA/EMBRAPA, Caixa Postal 319, CEP 69011-970 Manaus, AM. E-mail: larissa@cpaa.embrapa.br

⁴ Professora Titular, Universidade Federal de Lavras, Caixa Postal 37, CEP 37200-000 Lavras, MG; Bolsista do CNPq.

⁵ Biólogo, CENA/USP. E-mail: salvador@cena.usp.br

Palavras-chave: CaCO_3 , MgCO_3 , micronutrientes, relação Ca/Mg, matéria seca, *Medicago sativa*.

ABSTRACT

EFFECT OF DIFFERENT CA / MG RATIOS ON THE CONCENTRATION OF MICRONUTRIENTS IN ALFALFA

This study evaluated the effect of different Ca / Mg ratios on the concentration and content of B, Cu, Fe, Mn, and Zn in alfalfa. A completely randomized design was used with five relations of Ca / Mg ratios (1:0, 1:1, 2:1, 3:1 and 4:1) at a recommended limestone dosage of 3.900 kg ha⁻¹. An additional treatment was included at the ratio of 3:1 with the dosage of 7.800 kg ha⁻¹. All treatments had four replicates in each of the six cutting periods, at 35 days intervals. The variables analyzed were: concentration and quantity of B, Cu, Fe, Mn, and Zn in dry matter. In the treatment with twice the recommended dosage a decrease on concentration of B, Fe, Mn and Zn was observed. The antagonic effect between Ca and Cu could not be observed in any treatment. The concentration of micronutrients varied according to the cutting period.

Key words: CaCO_3 , MgCO_3 , Ca / Mg ratio, concentration micronutrients, *Medicago sativa*.

INTRODUÇÃO

As possibilidades de incrementar a produtividade do rebanho leiteiro são determinadas pelo custo e qualidade da alimentação. Dada a sua qualidade e palatabilidade, tem sido crescente o interesse pelo uso da alfalfa em sistemas intensivos, fazendo com que os animais aumentem seu consumo e, conseqüentemente, a produção. Pela sua versatilidade na utilização (pastejo, feno, silagem e *pellets*), possibilita ao produtor ajust-

var a sua produção em função das necessidades de cada animal e às condições climáticas dominantes (Moreira & Salvador, 1998; Ferreira *et al.*, 1999). Por isso, estudos mais aprofundados sobre a adubação da alfafa nas condições de cerrado tem evoluído sistematicamente e contribuído sobremaneira, para o desenvolvimento da equinocultura e da pecuária leiteira nessa região. Trabalhos recentes realizados no Sul de Minas Gerais, mostram o grande potencial dessa leguminosa forrageira (Moreira *et al.*, 1996; Moreira *et al.*, 1997a; Moreira *et al.*, 1997b).

Conforme Fageria & Morais (1987), os problemas relacionados com a nutrição de plantas são corrigidos, geralmente, através da modificação da disponibilidade de nutrientes no solo com a aplicação de corretivos e fertilizantes. Em solos de cerrado, esses fatores são importantes, visto se tratar de regiões menos férteis, ou com problemas de toxidez de certos elementos.

Sabe-se que com a aplicação de calcário ocorre elevação do pH e diminuição na disponibilidade dos micronutrientes, com exceção do Mo (Malavolta, 1980). Outro fator que pode afetar a absorção dos nutrientes é a relação Ca / Mg no solo, que pode diminuir ou aumentar a absorção através dos processos de antagonismo, da inibição competitiva ou não e do sinergismo de alguns elementos, entre eles B, Cu, Fe, Mn e Zn (Malavolta *et al.*, 1997).

Tendo em vista a necessidade de estudos sobre adubação e calagem nas condições de cerrado, o trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da relação Ca / Mg do corretivo no teor e quantidade de alguns micronutrientes na alfafa (*Medicago sativa* L.) cultivada em um Latossolo Vermelho-Escuro distrófico coletado em Lavras, Minas Gerais.

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, localizado nas coordenadas 21°14'6" de lati-

tude sul e 45°00" de longitude oeste, a uma altitude média de 900 m, no período de junho de 1992 a maio de 1993.

Utilizou-se um Latossolo Vermelho-Escuro distrófico, de cerrado ($\text{pH}_{\text{água}} = 4,8$; P (Mehlich 1) = 2 mg dm⁻³; K (Mehlich 1) = 40 mg dm⁻³; Ca (KCl) = 0,4 cmol_c kg⁻¹; Mg (KCl) = 0,1 cmol_c kg⁻¹; S = 5,13 mg dm⁻³; B (água quente) = 0,15 mg dm⁻³; Cu (Mehlich 1) = 3,2 mg dm⁻³; Fe (Mehlich 1) = 55,4 mg dm⁻³; Mn (Mehlich 1) = 8,4 mg dm⁻³; Zn (Mehlich 1) = 0,1 mg dm⁻³; M.O. = 30,8 g kg⁻¹ e V = 11%), coletado no Município de Lavras - MG, na camada de 0 a 25 cm de profundidade. Após a secagem, o solo foi passado em peneira de malha de 2 mm para uniformização.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com seis tratamentos e quatro repetições. Foram efetuados seis cortes, o primeiro, três meses após o plantio, os posteriores, com intervalos de 35 dias. Os tratamentos consistiram de cinco relações Ca/Mg de 1:0; 1:1; 2:1; 3:1; 4:1, na dosagem equivalente a 3.900 kg ha⁻¹ do corretivo e um tratamento com o dobro dessa dose na relação 3:1, ou seja, equivalente a 7.800 kg ha⁻¹. As relações foram realizadas com CaCO₃ e MgCO₃. As doses dos corretivos foram calculadas para elevar o índice de saturação por base a 80% (exceto o último tratamento).

Dois meses após aplicação dos tratamentos, o solo recebeu adubação básica nas seguintes doses, em mg dm⁻³: P - 200 (MAP), K - 150 (KCl), S - 50 (K₂SO₄), B - 0,5 (H₃BO₃), Co - 0,01 (CoCl₂.H₂O), Cu - 1,5 (CuSO₄.5H₂O), Mo - 0,1 (H₂MoO₄), Mn - 3,5 (MnSO₄.H₂O) e Zn - 5,0 (ZnSO₄.7H₂O); fixadas de acordo com Allen *et al.* (1976) e Malavolta (1980), no tocante a experimentos conduzidos em condições de casa de vegetação. Foi feita a inoculação das sementes com o rizóbio específico (*Rhizobium meliloti*). No segundo e quarto cortes foram efetuadas as adubações de manutenção com KCl e micronutrientes (B, Cu, Mn e Zn).

Foram plantadas 10 sementes escarificadas e inoculadas em vasos de cinco litros de capacidade. Após o desbaste, foram mantidas cinco plantas uniformes. Utilizou-se o cultivar Crioula como planta teste. Os vasos foram irrigados até que atingissem 70% do valor total de poros

(VTP), e pesados diariamente, a fim de determinar a quantidade de água a ser repostada. Após cada corte, o material foi pesado e levado à estufa a 65°C, aí permanecendo até atingir peso constante. Após a pesagem, o material foi moído em moinho tipo Wiley, e digerido para obtenção dos extratos. Os teores de B, Cu, Fe, Mn e Zn foram determinados conforme as metodologias descritas por Malavolta *et al.* (1997).

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

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As relações de Ca / Mg não se refletiram significativamente em maiores produções de matéria seca (MS), porém a alfafa respondeu ao aumento da aplicação do corretivo (Tabela 1). Tais resultados corroboraram os obtidos por Gomes *et al.* (1995) ao estudarem cinco relações de Ca / Mg (100:0, 75:25, 50:50, 25:75 e 0:100): não obtiveram respostas significativas com o cultivar Crioula no incremento da produção. Com relação ao aumento da quantidade de MS em função das doses do corretivo, os resultados do presente experimento também concordam com os de Deolindo *et al.* (1992) e Kornelius & Ritchey (1992), que, nas condições de Curitiba, PR e Brasília, DF, observaram que a alfafa aumentou significativamente a produção com a aplicação do dobro da dose recomendada de calcário.

Na Tabela 1, os resultados indicam que os teores de B, Cu, Fe, Mn e Zn foram afetados negativamente, com aplicação do dobro da dosagem recomendada (7.800 kg ha⁻¹ - relação 3:1); no caso do Mn e do Zn, diferiram estatisticamente dos demais tratamentos. De acordo com Malavolta (1980) e Tisdale *et al.* (1993), o aumento do pH (Tabela 2), em consequência do incremento na aplicação do corretivo, pode acarretar insolubilização do zinco, e principalmente do Fe, visto que o solo utilizado é naturalmente rico deste nutriente (Tabela 2).

Tabela 1. Produção de matéria seca e teores de B, Cu, Fe, Mn e Zn na alfafa, em função dos tratamentos (média dos seis cortes e de quatro repetições).

Tratamento	MS	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Ca:Mg	g/vaso	----- mg kg ⁻¹ -----				
1:0	10,3 b	68,67 a	10,44 a	214,53 b	70,04 b	68,14 c
1:1	10,2 b	65,54 ab	11,88 a	257,44 a	75,04 b	97,59 a
2:1	10,2 b	63,18 ab	10,69 a	216,35 b	72,94 b	91,33 ab
3:1	11,2 b	59,98 ab	12,65 a	199,01 b	82,14 a	88,14 b
4:1	9,6 b	60,07 ab	12,57 a	197,84 b	69,21 b	89,55 ab
3:1 (x2)	15,2 a	57,10 b	11,90 a	189,64 b	36,99 c	60,44 c
Médias	11,1	62,42	11,69	212,48	67,73	82,53
Δ	1,8	8,70	2,23	27,31	6,85	8,65

Medias seguidas por letras distintas, em cada coluna, diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

3:1 (x2) = dose dupla na relação 3:1, equivalente a 7.800 kg ha⁻¹.

Com o aumento da aplicação do corretivo, o manganês foi o elemento mais afetado com relação a sua disponibilidade (Tabela 1). Nas relações 3:1 (3.900 kg ha⁻¹ e 7.800 kg ha⁻¹), o teor de Mn sofreu redução de 55,0%; em seguida, o Zn em 31,4%; o Cu em 5,9%; o B em 4,8%; e o Fe em 4,7%. Spehar (1993), em experimento com 28 cultivares de soja, observou que a aplicação do calcário dolomítico, com calagem parcial ou com a dose recomendada com base nos resultados de análise, os teores foliares de Cu, Fe, Mn e Zn apresentaram reduções médias de 40, 61, 31 e 78%, respectivamente.

No caso do manganês, o aumento do pH pode ter inibido sua absorção, devido à diminuição na concentração hidrogeniônica, favorecendo, com isso, a conversão do Mn trocável em formas insolúveis, como o

Tabela 2. Resultado das análises químicas de B (água quente), Cu, Fe, Mn e Zn (Mehlich 1) no solo antes do plantio e depois do último corte. (médias de quatro repetições)¹

Relação Ca:Mg	pH	B	Cu	Fe	Mn	Zn	V
	(em H ₂ O)	mg dm ⁻³					(%)
----- Antes do plantio -----							
1:0	6,4	0,41	3,1	62,9	9,9	19,70	64,3
1:1	6,3	0,40	2,9	79,4	18,0	11,30	59,3
2:1	6,0	0,74	3,0	81,8	13,0	18,35	45,0
3:1	6,3	0,70	3,2	72,6	17,1	11,25	61,5
4:1	6,1	0,88	3,0	61,3	13,0	20,05	59,3
3:1 (x2)	6,6	0,75	2,8	70,4	14,8	15,00	65,8
Médias	6,3	0,65	3,0	71,4	14,3	15,94	59,2
----- Após o último corte -----							
1:0	4,8	0,20	1,5	72,3	9,8	17,46	31,8
1:1	4,9	0,14	1,1	75,9	11,1	12,81	33,0
2:1	4,8	0,35	1,7	61,9	11,2	13,54	31,8
3:1	4,7	0,54	1,0	85,4	11,4	14,26	30,0
4:1	4,9	0,45	1,2	82,2	10,8	14,99	32,3
3:1 (x2)	5,8	0,36	1,0	87,1	13,1	17,40	59,3
Médias	5,0	0,34	1,3	77,5	11,2	15,08	36,4

¹ Nos cinco primeiros tratamentos foi aplicada uma dose equivalente a 3.900 kg ha⁻¹ e no último foi aplicada uma dose equivalente a 7.800 kg ha⁻¹.

Mn³⁺ e Mn⁴⁺ (Malavolta *et al.*, 1997). Segundo Kabata Pendias & Pendias (1984), o cálcio, o magnésio e o manganês apresentam valência, raio iônico e grau de hidratação semelhantes; o aumento da concentração de um pode inibir a absorção do outro.

O menor teor de B no tratamento com 7.800 kg ha⁻¹ ocorreu provavelmente devido a formação de compostos pouco solúveis, em consequência do aumento da matéria orgânica presente no solo (Malavolta, 1980) após cortes sucessivos (seis cortes). A alfafa, por ter produzido, nesse tratamento, cerca de 32% mais que nos demais, deve ter produzido maior volume de raízes e, com a morte destas, aumentou a quantidade de matéria orgânica nesses vasos. Outro motivo, segundo Su *et al.* (1994), poderia ser o fato de que a elevação do pH e da quantidade de CaCO₃ no solo revelam adsorção de boro significativamente aumentada, diminuindo, com isso, a sua disponibilidade para a planta.

O aumento da concentração CaCO₃ como corretivo da acidez não diminuiu significativamente os teores de cobre na matéria seca total (Tabela 1). Segundo Malavolta (1980), Marschner (1995) e Malavolta *et al.* (1997), no antagonismo, a presença de um elemento diminui a absorção do outro, cuja toxidez pode ser evitada: o Ca²⁺ impede a absorção exagerada de Cu²⁺.

Os dados da Tabela 3 indicam que o conteúdo dos micronutrientes foi significativamente afetado pelo aumento da produção de matéria seca (Tabela 1). Observa-se que, exceto no caso de Mn e Zn, os micronutrientes apresentaram menores teores nesse tratamento. Os maiores valores dos demais micronutrientes foram encontrados com aplicação de 7.800 kg ha⁻¹ do corretivo.

Com relação às épocas de corte (Tabela 4), verifica-se em todas relações de Ca / Mg, o teor e o conteúdo de Fe e Zn tiveram os maiores valores na última amostragem (6º corte). Este resultado ocorreu, provavelmente, devido aos efeitos de concentração descritos por Malavolta (1980) e Marschner (1995).

Os teores de Cu e Mn foram maiores no quinto corte, enquanto que o B seguiu a mesma tendência do conteúdo presente na matéria seca.

Tabela 3. Conteúdo de B, Cu, Fe, Mn e Zn na alfafa, em função dos tratamentos (médias dos seis cortes e de quatro repetições).

Tratamento	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Ca:Mg	----- µg vaso ⁻¹ -----				
1:0	707,30 ab	107,53 c	2209,66 c	721,41 bc	701,84 c
1:1	668,51 bc	121,18 c	2625,89 ab	765,41 b	995,42 a
2:1	644,44 bc	119,73 c	2206,77 c	743,93 bc	931,57 a
3:1	651,28 bc	141,68 b	2228,91 bc	919,97 a	987,17 ab
4:1	573,22 c	120,67 c	1899,26 c	664,42 c	859,68 b
3:1 (x2)	867,92 a	180,88 a	2882,53 a	562,25 d	918,68 a
Δ	123,20	19,84	403,99	99,77	128,89

Médias seguidas por letras distintas, em cada coluna, diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

3:1 (x2) = dose dupla na relação 3:1, equivalente a 7.800 kg ha⁻¹.

De acordo com os dados, não foram encontradas justificativas plausíveis para estas variações no teor e no conteúdo dos micronutrientes na matéria seca da parte aérea. Em decorrência dos cortes realizados, esperava-se que todos os nutrientes analisados, exceto o Fe, que não fez parte do programa de adubação, apresentassem comportamentos semelhantes, visto que foram aplicados na mesma época, ou seja, uma adubação de plantio e outra de manutenção (após o terceiro corte). Mesmo assim, esses resultados corroboram os obtidos por Moreira (1997), em trabalho realizado em casa de vegetação com o cultivar Florida 77, no qual foram também realizados seis cortes, porém com intervalo de 30 dias.

As médias dos teores de B, Cu, Fe, Mn e Zn encontrados na matéria seca foram adequados, ficando perto da faixa dos tidos como adequados (B: 20 a 80; Cu: 5 a 30; Fé: 60 a 200; Mn: 25 a 100; Zn: 20 a 70 mg kg⁻¹) por Rhykerd & Overdahl (1972), Pinkerton *et al.* (1997) e Moreira *et al.* (1997b).

Tabela 4. Teores de B, Cu, Fe, Mn e Zn nos seis cortes realizados (médias de todos os tratamentos e das quatro repetições).

Número de cortes	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	----- mg kg ⁻¹ -----				
1º corte	72,70 a	11,29 b	154,02 c	53,29 e	25,66 f
2º corte	58,47 b	12,35 ab	145,39 c	63,45 cd	50,15 e
3º corte	57,05 b	11,75 b	150,19 c	69,95 bc	65,94 d
4º corte	60,10 b	11,99 b	142,17 c	74,23 b	104,80 c
5º corte	58,05 b	13,79 a	235,25 b	86,15 a	116,26 b
6º corte	54,08 b	8,94 c	447,79 a	59,27 de	132,35 a
Médias	60,07	11,68	212,47	67,72	82,53
Δ	8,17	1,67	27,31	6,85	8,64

Médias seguidas por letras distintas, em cada coluna, diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

CONCLUSÕES

1. A aplicação de 7.800 kg ha⁻¹ do corretivo diminuiu significativamente os teores de B, Fe, Mn e Zn na matéria seca da alfafa.
2. O aumento na concentração de Ca no corretivo não afetou significativamente a absorção de cobre.
3. Os teores e conteúdo dos micronutrientes são afetados pelas seqüências de corte.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, S.E.; G.L. TERMAN & L.B. CLEMENTS, 1976. **Greenhouse Techniques for Soil-Plant-Fertilizer Research**. Muscle Shoals: National Fertilizer Development Center. 55p.
- DEOLINDO, J.V.P.; L.D.B. RONCATO; P. WATANABE; C.T. USHIWATA & B.M.S. PREVEDELLO; E. PEREIRA, 1992. Efeito de Cinco Níveis de Calagem na Cultura da Alfafa (*Medicago sativa* L.) Cultivada em Cambissolo, sob Condições de Casa de Vegetação. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 20., Piracicaba, 1992. **Anais...** Piracicaba: SBCS-ESALQ, p.436-437.
- FAGERIA, N.K. & O.P. MORAIS, 1987. Avaliação de Cultivares de Arroz na Utilização de Cálcio e Magnésio em Solo de Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 22(7): 667-672.
- FERREIRA, R.P.; M.A. BOTREL; A.V. PEREIRA & C.D. CRUZ, 1999. Avaliação de Cultivares de Alfafa e Estimativas de Repetibilidade de Caracteres Forrageiros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 34(6): 995-1002.
- GOMES, F.T.; A.C. BORGES; J.C.L. BORGES & P.C.R. FONTES, 1995. Produção de Matéria Seca e Absorção de Cálcio e Magnésio na Alfafa, em Resposta à Calagem, com Diferentes Relações Cálcio:Magnésio. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25., Viçosa, 1995. **Trabalhos apresentados...** Viçosa: SBCS-UFV, p.1120-1121.
- KABATA PENDIAS, A. & H. PENDIAS, 1984. **Trace Elements in Soils and Plants**. Boca Raton: CRC Press. 315p.
- CORNELIUS, E. & K.D. RITCHEY, 1992. Comportamento da Alfafa em Diferentes Níveis de Acidez do Solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 27(2): 241-246.
- MALAVOLTA, E. **Elementos de Nutrição Mineral de Plantas**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1980. 251p.
- MALAVOLTA, E., G.C. VITTI & S.A. OLIVEIRA, 1997. **Avaliação do Estado Nutricional das Plantas; Princípios e Aplicações**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 319p.

- MARSCHNER, H., 1995. **Mineral Nutrition of Higher Plants**. London: Academic Press, 889p.
- MOREIRA, A., 1997. Efeito de Fontes e Doses de Fósforo na Alfafa (*Medicago sativa* L.) e Centrosema (*Centrosema pubescens* Benth) e Avaliação de Extratores. Piracicaba. 107p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz).
- MOREIRA, A.; A.R. EVANGELISTA & G.H.S. RODRIGUES, 1996. Avaliação de Cultivares de Alfafa na Região de Lavras, Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, **31**(6): 707-411.
- MOREIRA, A.; J.G. CARVALHO & A.R. EVANGELISTA, 1997a. Efeito de Doses de Enxofre na Produção e Composição Mineral da Alfafa. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, **32**(5): 533-538.
- MOREIRA, A.; A.R. EVANGELISTA; J.G. CARVALHO & J.O. SALVADOR, 1997b. Efeito de Fontes e Doses de Enxofre nos Teores e Conteúdo de Micronutrientes na Alfafa e no Trevo Branco. **Boletim da Indústria Animal**, **54**(2): 55-60.
- MOREIRA, A. & J.O. SALVADOR, 1998. *Medicago sativa* L. **NOTESALQ**, **4**(23): 8.
- PIMENTEL-GOMES, F., 1990. **Curso de Estatística Experimental**. Piracicaba: Nobel. 468p.
- PINKERTON, A.; F.W. SMITH & D.C. LEWIS, 1997. Pasture Species. In: REUTER, D.J. & J.B. ROBINSON (Ed.) **Plant Analysis; an Interpretation Manual**. Melbourne: INKATA, p.285-343.
- RHYKERD, C.L. & C.J. OVERDAHL, 1972. Nutrition and Fertilizer Use. In: HANSON, C.H. (Ed.) **Alfalfa Science and Technology**. Madison: American Society of Agronomy. p.533-569.
- SPEHAR, C.R., 1993. Composição Mineral da Soja Cultivada em Solo Sob Cerrado com Dois Níveis de Calagem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, **28**(5): 645-648.
- SU, C.; L.J. EVANS; T.E. BATES & G.A. SPIERS, 1994. Extractable Soil Boron and Alfalfa Uptake: Calcium Carbonate Effects on Acid Soil. **Soil Science Society of American Journal**, **54**(5): 1445-1450.
- TISDALE, S.L.; W.L. NELSON; J.D. BEATON & J.L. HAVLIN, 1993. **Soil Fertility and Fertilizer**. New York: Macmillan, 634p.