

EFEITO DA RELAÇÃO CÁLCIO E MAGNÉSIO DO CORRETIVO SOBRE MICRONUTRIENTES NA ALFAFA¹

ADÔNIS MOREIRA², JANICE GUEDES DE CARVALHO³,
LARISSA ALEXANDRA CARDOSO MORAES⁴ e JOÃO ODEMIR SALVADOR⁵

RESUMO - O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da relação Ca:Mg do corretivo sobre micronutrientes na alfafa, em experimento conduzido em casa de vegetação, em um Latossolo Vermelho-Escuro distrófico. O delineamento experimental utilizado foi, em todos os tratamentos, inteiramente casualizado, com quatro repetições. Foram estudadas cinco relações (1:0, 1:1, 2:1, 3:1, 4:1, na dosagem equivalente a 3.900 kg ha⁻¹), e um tratamento com a dosagem equivalente a 7.800 kg ha⁻¹ (relação 3:1), em seis cortes, com intervalo de 35 dias. Verificou-se que o dobro da aplicação da relação 3:1 diminuiu significativamente os teores de B, Fe, Mn e Zn. A aplicação só de CaCO₃, como corretivo da acidez, não afeta a absorção de Cu. Os teores dos micronutrientes estudados apresentam níveis considerados adequados, sendo, estes, afetados pelas épocas de corte.

Termos para indexação: *Medicago sativa*, adubação, absorção de nutrientes.

EFFECT OF LIMESTONE CALCIUM AND MAGNESIUM RATIO ON MICRONUTRIENTS IN ALFALFA

ABSTRACT - This study evaluated the effect of limestone Ca:Mg ratios on micronutrients in alfalfa. A randomized block 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 a ratio of 3:1 with the dosage of 7,800 kg ha⁻¹. All treatments had four replicates in a six-cutting number, in 35 days of interval. The variables analyzed were: concentration and quantity of B, Cu, Fe, Mn, and Zn in dry matter. The decrease of the concentration of B, Fe, Mn and Zn was obtained in the treatment that used twice the recommended dosage. The antagonistic effect between Ca, applied as CaCO₃, and Cu was not observed in the treatments. The concentration of micronutrients varied according to the cutting times.

Index terms: *Medicago sativa*, fertilizer application, nutrient uptake.

INTRODUÇÃO

As possibilidades de incrementar a produtividade do rebanho leiteiro são determinadas pelo custo e qualidade da alimentação. Dada a qualidade e palatabilidade da alfafa tem sido crescente o interesse pelo seu uso em sistemas intensivos, fazendo com que os animais aumentem seu consumo e, conseqüentemente, a produção. Pela sua versatilidade na utilização (pastejo, feno, silagem e pélete), possibilita ao produtor ajustar a sua produção de acordo com as necessidades de cada animal e as condições climáticas dominantes (Moreira & Salvador, 1998; Ferreira et al., 1999).

¹ Aceito para publicação em 14 de agosto de 2000.

Trabalho financiado pela FAPEMIG.

² Eng. Agrôn., Dr., Embrapa-Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Ocidental (CPAA), Caixa Postal 319, CEP 69011-970 Manaus, AM. Bolsista DCR/CNPq. E-mail: adonis@cpaa.embrapa.br

³ Eng. Agrôn., Dr., Prof. Titular, Dep. de Ciência do Solo, Universidade Federal de Lavras (UFLA), Caixa Postal 37, CEP 37200-000 Lavras, MG. Bolsista do CNPq. E-mail: janice@ufla.br

⁴ Eng. Agrôn., M.Sc., Embrapa-CPAA. E-mail: larissa@cpaa.embrapa.br

⁵ Biól., Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA), Universidade de São Paulo (USP), Caixa Postal 96, CEP 13400-970 Piracicaba, SP. E-mail: salvador@cena.usp.br

Diante dessas características, estudos mais aprofundados sobre a adubação da alfafa nas condições de cerrado têm evoluído sistematicamente, e contribuído sobremaneira para o desenvolvimento da equinocultura e da pecuária leiteira. Trabalhos recentes mostram o grande potencial desta leguminosa forrageira nessa região (Moreira et al., 1996, 1997a, 1997b).

Em solos de Cerrado, os problemas relacionados com a nutrição de plantas são corrigidos, geralmente, mediante a modificação da disponibilidade de nutrientes com a aplicação de corretivos e fertilizantes, por esses solos apresentarem, na maioria das vezes, baixa fertilidade natural ou toxidez de certos elementos (Fageria & Morais, 1987).

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

O trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da relação Ca:Mg do corretivo sobre micronutrientes, na alfafa (*Medicago sativa* L.).

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 latitude sul e 45°0' de longitude oeste, a uma altitude média de 900 m, no período de junho de 1992 a maio de 1993.

O solo utilizado foi um Latossolo Vermelho-Escuro distrófico, de cerrado ($pH_{\text{água}} = 4,8$; 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 0-25 cm de profundidade. Após a secagem, o solo foi uniformizado e passado em peneira de malha de 2 mm.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com seis tratamentos e quatro repetições.

Foram efetuados seis cortes: o primeiro ocorreu três meses após o plantio, e os posteriores, com intervalos de 35 dias. Os tratamentos consistiram de cinco relações Ca:Mg: 1:0; 1:1; 2:1; 3:1; 4:1, na dose equivalente a 3.900 kg ha⁻¹ do corretivo para elevar a saturação por base a 80%. No sexto tratamento foi aplicado o dobro dessa dose na relação 3:1, ou seja, o equivalente a 7.800 kg ha⁻¹. As relações foram realizadas com CaCO₃ e MgCO₃.

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), estando essas de acordo com Allen et al. (1976) e Malavolta (1980), para experimentos conduzidos em condições de casa de vegetação. Foi feita a inoculação de *Rhizobium meliloti* nas sementes. No segundo e quarto corte, foram efetuadas as adubações de manutenção com cloreto de potássio (50 mg kg⁻¹), e no terceiro corte, com micronutrientes (B, Cu, Mn e Zn, nas doses iguais às da instalação do experimento).

Foram semeadas dez sementes escarificadas e infectadas, em vasos com cinco litros de capacidade. Após o desbaste, foram mantidas cinco plantas uniformes. Utilizou-se a 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 se determinar a quantidade de água a ser reposta. Após cada corte, o material foi pesado e levado a estufa a 65°C, 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 os métodos descritos por Malavolta et al. (1997).

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

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As relações de Ca:Mg não refletiram significativamente em maiores produções de matéria seca (MS), mas a alfafa foi responsiva com o aumento da aplicação do corretivo (Tabela 1). Tais resultados corroboram 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), e também não obtiveram respostas significativas com a cultivar Crioula no incremento da produção. Com relação ao aumento da quantidade

de de MS em razão 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 esta leguminosa aumentou significativamente a produção com aplicação do dobro da dose recomendada de calcário.

Os teores de B, Fe, Mn e Zn foram afetados negativamente, com aplicação do dobro da dose recomendada (7.800 kg ha⁻¹, relação 3:1), e no caso do Mn e Zn diferiram estatisticamente dos demais tratamentos (Tabela 1). Com o aumento do pH, em consequência do incremento na aplicação do corretivo, pode haver uma insolubilização do Zn e principalmente do Fe (Malavolta, 1980; Tisdale et al., 1993), este último por ser o solo utilizado naturalmente rico nesse nutriente (Tabela 2).

Com o aumento da dose do corretivo, o Mn 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 aplicação do calcário dolomítico, sendo um tratamento com calagem parcial, e outro 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, 310 e 78%, respectivamente.

No caso do Mn, o aumento do pH pode ter inibido a absorção do elemento, dada a diminuição na

concentração hidrogeniônica, favorecendo, com isso, a conversão do Mn trocável em formas insolúveis, como o Mn³⁺ e Mn⁴⁺ (Malavolta et al., 1997). Segundo Pendias & Pendias (1984), o Ca, Mg e Mn 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 (Tabela 1) ocorreu talvez como consequência da formação de compostos pouco solúveis, em decorrência do aumento da quantidade de matéria orgânica no solo (Malavolta, 1980). A alfafa, por ter produzido, nesse tratamento, cerca de 32% mais MS que os outros, deve ter acarretado um maior volume de raízes, e, com a morte destas, aumentou a quantidade de matéria orgânica nos vasos. Outro motivo, segundo Su et al. (1994), é que com a elevação do pH e da quantidade de CaCO₃ adicionada no solo, a adsorção de B é significativamente aumentada, diminuindo, com isso, a sua disponibilidade para a planta.

O aumento da concentração de CaCO₃ como corretivo da acidez não diminuiu significativamente os teores de Cu 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⁺. Tal fato, no presente trabalho, não ocorreu.

Os dados da Tabela 3 indicam que o conteúdo dos micronutrientes foram significativamente afetados

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

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

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

² Dobro da quantidade aplicada na relação 3:1 (dose equivalente a 7.800 kg ha⁻¹).

pelo aumento da produção de matéria seca (Tabela 1). Assim, com aplicação de 7.800 kg ha⁻¹ do corretivo, exceto o conteúdo de Mn e Zn, os maiores teores dos demais micronutrientes foram encontrados nesse tratamento.

Com relação às épocas de corte, observa-se a influência da absorção de micronutrientes pela alfafa (Tabela 4). Em todas as relações de Ca:Mg, o teor e conteúdo de Fe e Zn tiveram os maiores valores na última amostragem (sexto corte). Tal resultado provavelmente ocorreu em virtude dos efeitos de concentração descritos por Malavolta (1980) e

Marschner (1995).

Os teores de Cu e Mn foram maiores no quinto corte, enquanto o B seguiu a mesma tendência do conteúdo presente na matéria seca. De acordo com os dados, não foram encontradas justificativas plausíveis para essas variações nos teores e 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 esses nutrientes foram aplicados na mesma época, ou seja,

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

Tratamento Ca:Mg	pH (em H ₂ O)	B	Cu	Fe	Mn	Zn	V (%)
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	6,6	0,75	2,8	70,4	14,8	15,00	65,8
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	5,8	0,36	1,0	87,1	13,1	17,40	59,3

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.

TABELA 3. Conteúdo de B, Cu, Fe, Mn e Zn na alfafa, em razão dos tratamentos (média dos seis cortes e das quatro repetições)¹.

Tratamento Ca:Mg	B	Cu	Fe	Mn	Zn
(µg/vaso)					
1:0	707,30ab	107,53c	2.209,66c	721,41bc	701,84c
1:1	668,51bc	121,18c	2.625,89ab	765,41b	995,42a
2:1	644,44bc	119,73c	2.206,77c	743,93bc	931,57a
3:1	651,28bc	141,68b	2.228,91bc	919,97a	987,17ab
4:1	573,22c	120,67c	1.899,26c	664,42c	859,68b
3:1 ²	867,92a	180,88a	2.882,53a	562,25d	918,68a
D.M.S.	123,20	19,84	403,99	99,77	128,89

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

² Dobro da quantidade aplicada na relação 3:1 (dose equivalente a 7.800 kg ha⁻¹).

TABELA 4. Teores de B, Cu, Fe, Mn e Zn nos seis cortes realizados (média de todos os tratamentos e das quatro repetições)¹.

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

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

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 a cultivar Florida 77, nos quais foram também realizados seis cortes, porém com intervalo de 30 dias.

As médias dos teores de B, Cu, Fe, Mn e Zn encontradas na matéria seca da parte aérea da alfafa foram adequadas, ficando próximas da faixa dos teores tidos como adequados (B, 20 a 80; Cu, 5 a 30; Fe, 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).

CONCLUSÕES

1. O aumento da dose do corretivo diminui significativamente os teores de B, Fe, Mn e Zn na matéria seca.
2. A elevação da concentração de Ca no corretivo até a dose aplicada não afeta a absorção de Cu pela alfafa.
3. O teor e o conteúdo dos micronutrientes são afetados pelas seqüências de corte.
4. O aumento da dose de calcário e a manutenção dos micronutrientes em níveis adequados eleva significativamente a produção de matéria seca da alfafa.

REFERÊNCIAS

- ALLEN, S.E.; TERMAN, G.L.; CLEMENTS, L.B. **Greenhouse techniques for soil-plant-fertilizer research**. Muscle Shoals : National Fertilizer Development Center, 1976. 55p.
- DEOLINDO, J.V.P.; RONCATO, L.D.B.; WATANABE, P.; USHIWATA, C.T.; PREVEDELLO, B.M.S.; PEREIRA, E. 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 : Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/ESALQ, 1992. p.436-437.
- FAGERIA, N.K.; MORAIS, O.P. Avaliação de cultivares de arroz na utilização de cálcio e magnésio em solo de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.22, n.7, p.667-672, jul. 1987.
- FERREIRA, R.P.; BOTREL, M.A.; PEREIRA, A.V.; CRUZ, C.D. Avaliação de cultivares de alfafa e estimativas de repetibilidade de caracteres forrageiros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.6, p.995-1002, jun. 1999.
- GOMES, F.T.; BORGES, A.C.; BORGES, J.C.L.; FONTES, P.C.R. 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. **Anais**. Viçosa : Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/UFV, 1995. p.1120-1121.
- KORNELIUS, E.; RITCHEY, K.D. Comportamento da alfafa em diferentes níveis de acidez do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.27, n.2, p.241-246, fev. 1992.
- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. Piracicaba : Agronômica Ceres, 1980. 251p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba : Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fósforo, 1997. 319p.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London : Academic, 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 : ESALQ, 1997. 107p. Dissertação de Mestrado.

- MOREIRA, A.; CARVALHO, J.G.; EVANGELISTA, A.R. Efeito de doses de enxofre na produção e composição mineral da alfafa. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, n.5, p.533-538, maio 1997a.
- MOREIRA, A.; EVANGELISTA, A.R.; CARVALHO, J.G.; SALVADOR, J.O. Efeito de fontes e doses de enxofre nos teores e conteúdo de micronutrientes na alfafa e no trevo branco. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v.22, n.2, p.55-60, 1997b.
- MOREIRA, A.; EVANGELISTA, A.R.; RODRIGUES, G.H.S. Avaliação de cultivares de alfafa na região de Lavras, Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.31, n.6, p.707-711, jun. 1996.
- MOREIRA, A.; SALVADOR, J.O. *Medicago sativa* L. **NOTESALQ**, Piracicaba, v.4, n.23, p.8, 1998.
- PENDIAS, A.K.; PENDIAS, H. **Trace elements in soils and plants**. Boca Raton : CRC, 1984. 315p.
- PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental**. Piracicaba : Nobel, 1990. 468p.
- PINKERTON, A.; SMITH, F.W.; LEWIS, D.C. Pasture species. In: REUTER, D.J.; ROBINSON, J.B. (Ed.). **Plant analysis: an interpretation manual**. Melbourne : CSIRO, 1997. p.285-343.
- 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. p.533-569.
- SPEHAR, C.R. Composição mineral da soja cultivada em solo sob cerrado com dois níveis de calagem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.28, n.5, p.645-648, maio 1993.
- SU, C.; EVANS, L.J.; BATES, T.E.; SPIERS, G.A. Extractable soil boron and alfalfa uptake: calcium carbonate effects on acid soil. **Soil Science Society of America. Journal**, Madison, v.54, n.5, p.1445-1450, 1994.
- TISDALE, S.L.; NELSON, W.L.; BEATON, J.D.; HAVLIN, J.L. **Soil fertility and fertilizer**. New York : MacMillan, 1993. 1634p.