

EFEITO DA RELAÇÃO FÓSFORO: MAGNÉSIO NO TEOR E CONTEÚDO DOS MICRONUTRIENTES NA ALFAFA¹

ADÔNIS MOREIRA², REGES HEINRICH³, JANICE GUEDES DE CARVALHO⁴, REINALDO DE PAULA FERREIRA²

¹Projeto parcialmente financiado pela FAPESP. Recebido para publicação em 02/01/06. Aceito para publicação em 22/03/06.

²CPPSE, Embrapa Pecuária Sudeste, Caixa Postal 339, 13560-970, São Carlos, SP.

Email: adonis@cppse.embrapa.br

³UNESP, Campus Avançado de Dracena, 17900-000, Dracena, SP.

⁴UFLA, Caixa Postal 37, 37200-000, Lavras, MG.

RESUMO: Com o objetivo de avaliar a influência da relação P:Mg no teor e no conteúdo de B, Cu, Fe, Mn e Zn na alfafa, foi conduzido um experimento, em vasos, com Latossolo Vermelho Amarelo distrófico. Empregou-se um delineamento inteiramente casualizado, em esquema de parcelas subdivididas, com três repetições. Os tratamentos foram constituídos de combinações de P (doses: 0, 100, 200 e 400 mg kg⁻¹; fonte: superfosfato triplo) e de Mg (doses: 0, 100 e 200 mg kg⁻¹; fonte: cloreto de magnésio), nas proporções de 0; 0,5; 1; 2 e 4. No período, foram realizados três cortes, com intervalo de 30 dias (subparcelas). Os resultados mostraram que o incremento da relação P:Mg aumentou a produção de massa seca, enquanto os teores de Mn e de Zn não foram afetados pelas proporções de P e Mg no solo. Os números de cortes influenciaram significativamente os teores e o conteúdo dos micronutrientes na massa seca da parte aérea da alfafa.

Palavras-chaves: boro, cobre, ferro, manganês, *Medicago sativa*, zinco.

EFFECT OF PHOSPHORUS AND MAGNESIUM RELATIONSHIP ON CONCENTRATION AND CONTENT OF MICRONUTRIENTS IN ALFALFA

ABSTRACT: A greenhouse experiment was carried out in order to evaluate the effect of P:Mg ratios on content and concentration of B, Cu, Fe, Mn and Zn in alfalfa cultivated in a dystrophic Dark Latosol (Oxisol). The experimental design was a randomized split-plot, with three replicates. Treatments were combinations of P (0, 100, 200 and 400 mg kg⁻¹; source: triple superphosphate) and Mg (0, 100 and 200 mg kg⁻¹; source: magnesium chloride) at the following P:Mg ratios: 0; 0.5; 1; 2 and 4, three harvest were made (sub treatments). Results showed that P:Mg ratios increased total dry matter production in alfalfa. Concentration of Mn and Zn were not affected neither by proportion of P nor by proportion of Mg in soil. Content and concentration of B, Cu, Fe, Mn and Zn in the dry matter of alfalfa varied significantly from first to third cutting.

Key words: boron, copper, iron, manganese, *Medicago sativa*, zinc.

INTRODUÇÃO

Dada a qualidade nutritiva e a palatabilidade da alfafa, tem sido crescente o interesse no uso dessa cultura em sistemas intensivos, que leva os animais a aumentarem o consumo e, conseqüentemente, a produção de leite ou de carne (MOREIRA *et al.*, 2000). Diante dessas características favoráveis, estudos mais aprofundados sobre adubação da alfafa nas

condições edafoclimáticas dos trópicos têm evoluído sistematicamente (MOREIRA *et al.*, 1997; RASSINI e FREITAS, 1998; MOREIRA *et al.*, 2000; MOREIRA e MALAVOLTA, 2001; MOREIRA *et al.*, 2002, entre outros), e contribuído sobremaneira para o desenvolvimento da pecuária leiteira e da equinocultura de forma sustentável, com menor custo de produção.

No caso da nutrição de plantas, as interações

entre nutrientes são comuns e podem ocorrer tanto externamente, na solução do solo, como internamente. Na cinética de absorção, a velocidade de um dado íon pode ser aumentada, diminuída ou não ser influenciada pela presença de outro íon, havendo nesses casos a ocorrência de antagonismos, inibições competitivas ou não, e sinergismos (MALAVOLTA *et al.*, 1997). Nesse sentido, existem alguns casos comuns, como a presença do Ca^{2+} na solução do solo impedindo a absorção excessiva de Cu^{2+} , evitando assim a sua toxidez; ou a deficiência de Mg^{2+} , induzida pela presença de grandes quantidades de K^+ .

Sabe-se que altas concentrações de P podem induzir deficiência de micronutrientes, em especial do Zn (LOUÉ, 1993; MOREIRA *et al.*, 2000), enquanto que o Mg^{2+} , por apresentar a mesma valência que Cu, Fe, Mn e Zn, também pode atuar como um inibidor na absorção desses íons (KABATA PENDIAS e PENDIAS, 1984).

O objetivo deste trabalho foi avaliar, em condições de casa de vegetação, os efeitos de diferentes relações P:Mg sobre os teores e conteúdos de micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn e Zn) e o efeito das épocas de corte na absorção dos micronutrientes pela alfafa cultivada em um Latossolo Vermelho Amarelo distrófico.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, no Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA, USP), localizado no Município de Piracicaba, SP (22°42'30" LS e 47°38'00" LW).

Empregou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema de parcela subdividida, com três repetições. Os tratamentos foram constituídos de combinações de P (0, 100, 200, 400 mg kg^{-1} ; fonte: superfosfato triplo) e de Mg (0, 100 e 200 mg kg^{-1} ; fonte: cloreto de magnésio), nas proporções de 0; 0,5; 1; 2 e 4. Após 90 dias do plantio foram realizados três cortes consecutivos, com intervalo de 30 dias (subparcelas).

Utilizou-se a camada superficial (0-20 cm) de um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, de textura média, coletado no Instituto de Zootecnia da Secretaria de Agricultura e Abastecimento de São Paulo, Município de Nova Odessa, com as seguintes ca-

racterísticas: pH (CaCl_2 0,1 mol L^{-1}) = 4,3; matéria orgânica = 20,3 g kg^{-1} ; P (Mehlich 1) = 6,0 mg dm^{-3} ; P (resina) = 4,0 mg dm^{-3} ; K (resina) = 0,1 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$; Ca (resina) = 0,3 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$; Mg (resina) = 0,2 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$; Al (KCl 1,0 mol L^{-1}) = 2,1 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$; H+Al = 9,6 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$; V = 6,0%; B (água quente) = 0,5 mg kg^{-1} ; Cu (Mehlich 1) = 1,2 mg dm^{-3} ; Fe (Mehlich 1) = 45,0 mg dm^{-3} ; Mn (Mehlich 1) = 11,1 mg dm^{-3} e Zn (Mehlich 1) = 1,5 mg dm^{-3} .

Em vasos de barro, impermeabilizados internamente, foram colocados 3,0 dm^3 de solo seco ao ar (TFSA). A acidez foi corrigida pela adição de CaCO_3 (p.a.), em quantidade suficiente para elevar a saturação por bases a 80% (WERNER *et al.*, 1996). Exceto o N, que foi suprido com a inoculação das sementes, e o P e o Mg que fizeram parte dos tratamentos, a adubação com K, S, B, Cu, Mn e Zn foi feita de acordo com MALAVOLTA (1980), para experimentos conduzidos em condições de casa de vegetação (50 mg kg^{-1} de K, K_2SO_4 ; 0,5 mg kg^{-1} de B, H_3BO_3 ; 1,5 mg kg^{-1} de Cu, CuSO_4 ; 5,0 mg kg^{-1} de Mn, MnSO_4 e 5,0 mg kg^{-1} de Zn, ZnSO_4). Os vasos foram irrigados diariamente com água desionizada, para compensar as perdas por evapotranspiração e manter a umidade volumétrica do solo próxima de 70% do volume total de poros (VTP).

Após escarificação, as sementes da alfafa (*Medicago sativa* L.), da cultivar Florida 77, as mesmas foram inoculadas com *Sinorhizobium meliloti*, e posteriormente tratadas com 0,01 mg L^{-1} de Co e 0,1 mg L^{-1} de Mo (MOREIRA *et al.*, 1997).

Em cada vaso, foram semeadas dez sementes e, após o desbaste, foram deixadas três plantas uniformes. Depois de cada corte, parte aérea das plantas foram secadas a $\pm 65^\circ\text{C}$ até peso constante, pesadas e posteriormente moídas, para determinação dos teores e do conteúdo de B, Cu, Fe, Mn e Zn na parte aérea (MALAVOLTA *et al.*, 1997).

Foram coletadas amostras de solo de cada tratamento antes do plantio e na ocasião do corte da parte aérea das plantas, para determinação do pH e dos teores de P, K, Ca, Mg, Al, H+Al, B, Cu, Fe, Mn e Zn no solo, conforme metodologias descritas pela EMBRAPA (1997). A estimativa do conteúdo dos micronutrientes (Co) nas plantas foi determinada pela equação: Co = concentração do nutriente na planta (mg kg^{-1}) x produção de matéria seca (g MS/vaso), sendo os resultados expressos em mg/vaso .

Os dados foram submetidos à análise de variância (teste F) e as médias (épocas de corte) foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade (PIMENTEL GOMES e GARCIA, 2002). Análises de regressão do efeito das relações sobre a produção de matéria seca, teor e conteúdo dos micronutrientes foram realizadas com o objetivo de verificar os efeitos das relações P e Mg obtidos nos teores foliares com a produção e o estado nutricional das plantas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação de CaCO_3 foi eficiente, uma vez que ocasionou o aumento do pH e a elevação da saturação por bases a próximo de 80%; o mesmo foi observado com a relação P:Mg, que proporcionou au-

mentos nos teores de P disponível e de Mg trocável, cujos valores acompanharam a concentração desses elementos no solo (Quadro 1). Com relação aos micronutrientes, independentemente da época de coleta, exceto para o boro, que ficou dentro da classe de interpretação considerada média (0,36 a 0,60 mg dm^{-3}), os teores de Cu, Fe, Mn e Zn disponíveis permaneceram dentro ou acima dos níveis considerados bons por ALVAREZ VENEGAS *et al.* (1999), com o extrator Mehlich 1 ($\text{Cu} > 1,3 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{Fe} > 31 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{Mn} > 9 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{Zn} > 1,6 \text{ mg dm}^{-3}$). Como descrito por MALAVOLTA *et al.* (1997), os altos teores observados de micronutrientes, foram favorecidos pelo valor do pH do solo, entre 5,5 e 6,5, faixa que predominou no experimento (Quadro 1) e que mais favorece a disponibilidade dos nutrientes para as plantas.

Quadro 1. Análise química do solo antes do plantio e após os cortes da alfafa. Média de três repetições⁽¹⁾

P:Mg	pH	V	Mg	P	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	(água)	(%)	(mmolc dm^{-3})	----- mg dm^{-3} -----					
Antes do plantio									
0	6,6	75,1	4	2	0,48	2,3	37,8	16,5	9,4
0,5	6,4	78,9	14	44	0,48	2,8	45,1	11,3	5,8
1	6,3	75,6	13	44	0,48	2,8	45,0	11,3	5,8
2	6,2	76,2	9	64	0,37	2,8	44,9	11,0	5,8
4	6,2	77,4	13	112	0,49	2,8	45,1	11,2	5,8
Após o 1º corte									
0	6,1	75,9	4	2	0,41	3,8	50,8	9,4	6,7
0,5	6,2	82,4	17	42	0,25	2,9	44,8	7,8	4,6
1	6,6	79,6	12	50	0,25	2,7	45,1	8,9	4,6
2	6,4	78,6	10	68	0,38	3,0	80,2	11,3	5,2
4	5,7	71,0	5	96	0,32	3,2	44,2	11,4	5,6
Após o 2º corte									
0	5,6	74,9	8	2	0,25	1,8	62,1	10,3	7,2
0,5	6,0	78,2	21	41	0,42	3,0	63,2	11,7	9,2
1	5,8	79,1	19	52	0,32	2,6	62,1	10,9	7,9
2	5,7	72,9	12	78	0,25	4,5	60,2	13,9	8,2
4	6,1	78,5	13	128	0,32	2,9	46,9	9,1	10,7
Após o 3º corte									
0	5,8	70,5	4	2	0,38	1,5	51,6	7,2	3,2
0,5	5,6	69,6	13	80	0,22	1,6	88,5	9,2	3,9
1	5,6	72,7	13	96	0,32	1,9	63,1	7,9	4,2
2	5,8	72,7	13	100	0,33	1,8	52,8	8,2	4,1
4	5,8	71,2	6	128	0,32	2,5	53,4	10,7	4,7

⁽¹⁾Mg: extrator KCl 1,0 mol L⁻¹; P, Cu, Fe, Mn e Zn: extrator Mehlich 1; B: extrator água quente.

Com relação às épocas de amostragem, as médias de redução dos teores obtidos antes do plantio, comparadas com aquelas verificadas após o terceiro corte, foram de 32,6%, 29,6%, 30,1% e 38,5% na disponibilidade de B, Cu, Mn e Zn, respectivamente, enquanto a do Fe aumentou em 42,0% (Quadro 1). Tais resultados demonstraram que para a alfafa cultivada em vasos, as doses indicadas por MALAVOLTA (1980) foram suficientes para manter o nível dos nutrientes em quantidades adequadas para crescimento das plantas até o terceiro corte. MOREIRA *et al.* (1992), em experimentos conduzidos em casa de vegetação com o mesmo solo, verificaram que após o terceiro foi necessário uma adubação de reposição com o micronutrientes..

O efeito da relação P:Mg sobre a produção de

massa seca da parte aérea (MSA) e os teores de micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn e Zn) são mostrados no Quadro 2. Verificou-se que com o aumento da relação houve acréscimo da produção. Com relação aos micronutrientes, corroborando os dados relatados na revisão de literatura realizada por LOUÉ (1993), houve diminuição significativa nos teores de B e de Cu, os quais apresentaram efeito linear negativo, enquanto que para o Fe e o Mn, os efeitos foram quadráticos, com os maiores valores observados na relação P:Mg de 1:1. As interações negativas confirmam a revisão feita por ADAMS (1980), que altas quantidades de P no solo resulta em redução na absorção de B e Cu. O mesmo ocorre com o Fe e Mn, que segundo MALAVOLTA (2006) a acidez do superfosfato pode ter acarretado em maior disponibilidade desses dois micronutrientes.

Quadro 2. Produção de matéria seca da parte aérea (MSA) e teores de B, Cu, Fe, Mn e Zn na alfafa. Média de três épocas de corte e de três repetições

P	Mg	Relação	MSA	P	B	Cu	Fe	Mn	Zn
(mg kg ⁻¹)		P:Mg	(g vaso ⁻¹)	(g kg ⁻¹)	mg kg ⁻¹				
0	0	0	0,9	1,13	69,9	9,4	132,0	52,2	57,7
100	200	0,5	6,2	4,89	70,7	8,6	246,2	66,9	37,2
100	100	1	7,2	4,39	69,1	9,0	262,6	81,8	56,1
200	100	2	7,7	5,99	65,9	7,4	251,7	66,8	37,0
400	100	4	12,8	6,38	66,6	7,8	209,7	61,4	36,1
Média			7,0	4,56	68,4	8,4	220,4	65,8	44,8
Efeito linear			**	**	**	*	ns	ns	ns
Efeito			**	**	**	*	**	*	ns

* e ** significativo a 5% e 1% pelo teste F, ns não significativo.

As relações P:Mg alteraram significativamente os efeitos do P sobre o Cu e o Fe na massa seca da parte aérea (Quadro 2). Resultados inversos foram encontrados por MOREIRA *et al.* (2002), que, ao estudarem a utilização de fontes e doses de P sobre a concentração e o conteúdo dos micronutrientes na alfafa, não encontraram relação significativa do fósforo com esses dois elementos, independentemente da solubilidade da fonte fosfatada.

Quando se excluiu a relação 1:1 da análise estatística, por destoar da tendência observada nas demais relações, verifica-se que tal como citado por LOUÉ (1993) e MALAVOLTA *et al.* (1997), houve efeito inibitório do P sobre o Zn, cujo teor foi reduzido em 37%, quando a testemunha (relação 0P:0Mg) é

comparada com 400 mg kg⁻¹ de P (relação 4P:1Mg) (Quadro 2). As relações P: Zn, independentemente da concentração de P no solo, ficaram entre 19,6 (0:0) e 176,3 (4:1), bem abaixo de 800, indicado por LO e REISENAUER (1968) como valor limite para alfafa, acima do qual o P induz a imobilização do Zn dentro da planta, causando deficiência deste último.

Independentemente dos tratamentos, as médias dos teores de B, Cu, Fe, Mn e Zn e seus respectivos erros padrões foram de 68,4±0,9 mg kg⁻¹, 8,4±0,4 mg kg⁻¹, 220,4±23,8 mg kg⁻¹, 65,8±4,8 mg kg⁻¹ e 44,8±4,9 mg kg⁻¹, respectivamente (Quadro 2). Esses teores coincidiram com as faixas consideradas adequadas por PLANK (1988) e PINKERTON *et al.* (1997), porém, os de Cu e de Zn ficaram abaixo do encontrados por

MOREIRA *et al.* (1997 - 19,1mg kg⁻¹ para Cu e 73,4 mg kg⁻¹ para Zn) e MOREIRA *et al.* (2000 - 11,7mg kg⁻¹ e 82,5 mg kg⁻¹), respectivamente, em trabalho realizado com a cultivar Crioula.

Apesar dos efeitos de diluição e concentração dos nutrientes em função do volume de matéria seca

(MALAVOLTA, 1980; MARSCHNER, 1995), os dados do Quadro 3 indicaram que o conteúdo dos micronutrientes na massa seca foi influenciado significativamente, de forma linear e positiva, acompanhando o aumento da produção. Esses resultados corroboram aqueles encontrados por MOREIRA *et al.* (1997), MOREIRA *et al.* (2000) e MOREIRA *et al.* (2002).

Quadro 3. Conteúdo de B, Cu, Fe, Mn e Zn na matéria seca da parte aérea da alfafa. Média de três épocas de corte e de três repetições

P	Mg	Relação	B	Cu	Fe	Mn	Zn
(mg kg ⁻¹)		P:Mg	-----µg/vaso de MS -----				
0	0	0	61,8	8,3	116,5	46,1	50,9
100	200	0,5	439,3	53,2	1529,2	415,6	231,2
100	100	1	497,8	65,1	1890,4	588,7	403,9
200	100	2	506,8	56,9	1935,7	513,6	284,4
400	100	4	852,1	99,3	2684,1	785,2	461,9
Média			471,5	56,6	1631,2	470,0	286,5
Efeito linear			**	**	**	**	**
Efeito quadrático			**	**	**	**	**

* e ** significativo a 5% e 1% pelo teste F, ^{ns}não significativo.

Na correlação dos teores de P e de Mg na MSA com os teores e o conteúdo dos micronutrientes na MSA (Quadro 4), verificou-se que o teor de P apresentou correlação negativa e significativa com os teores de Cu e de Fe e negativa com o teor de Zn, enquanto que para o B e o Mn a relação não foi significativa.

O íon Mg que apresenta igual valência e raio iônico e grau de hidratação semelhante aos de Cu, Fe, Mn e Zn (KABATA PENDIAS e PENDIAS, 1984), o que poderia afetar a absorção desses micronutrientes, favoreceu esse processo, havendo neste caso, correlação positiva significativa com os teores de Fe e de Mn na MSA. Segundo MARSCHNER (1995) e MALAVOLTA *et al.* (1997), esses dois micronutrientes participam ativamente como ativadores enzimáticos na síntese de clorofila, o que, em parte, explica essa interação positiva.

À semelhança do ocorrido com o efeito das doses e o teor foliar de P (Quadro 2), os conteúdos de B, Cu, Fe, Mn e Zn na MSA aumentaram com o incremento da produção de matéria seca e do teor foliar de P. O contrário ocorreu com o Mg, que não

mostrou correlação significativa com nenhum dos micronutrientes estudados (Quadro 4).

No Quadro 5, percebe-se que, na média de todas as doses, houve efeito significativo no teor e no conteúdo de B, Cu, Fe, Mn e Zn, em função das épocas de corte. Nota-se que, exceto o B, os maiores teores dos demais micronutrientes foram verificados no terceiro corte. Este resultado concorda com os obtidos por MOREIRA *et al.* (2000), que, trabalhando com alfafa em casa de vegetação, também verificaram a mesma tendência, ocasionada, possivelmente, pelos processos de diluição e de concentração (MARSCHNER, 1995), o mesmo ocorrendo com o conteúdo desses nutrientes na planta. Tais processos ocorrem porque a planta não tem um dispositivo de limitar a absorção de um dado elemento M, por isso a absorção da mesma será igual independentemente do volume de matéria seca, como o experimento foi conduzido em vasos, outros fatores como limitação no crescimento das raízes podem ter afetado essa absorção.

Quadro 4. Equações de regressão e coeficientes de correlação entre os teores foliares de P e de Mg e dos micronutrientes B, Cu, Fe, Mn e Zn em três cortes (três repetições)

Nutriente	Teor (mg kg ⁻¹)	Conteúdo (µg/vaso)
Fósforo		
B	$y = 71,415 - 0,652^{ns}x$	$y = -91,388 + 123,60^{**}x$
Cu	$y = 9,99 - 0,34^{**}x$	$y = -711 + 13,98^{**}x$
Fe	$y = 133,34 + 19,12^*x$	$y = 339,56 + 432,70^*x$
Mn	$y = 55,89 + 2,18^{ns}x$	$y = -71,52 + 118,87^{**}x$
Zn	$y = 64,77 - 4,38^*x$	$y = -0,103 + 62,919^*x$
Magnésio		
B	$y = 64,48 + 0,32^{ns}x$	$y = 275,90 + 254,14^{ns}x$
Cu	$y = 9,24 - 0,28^{ns}x$	$y = -37,26 + 31,90^{ns}x$
Fe	$y = 8,02 + 72,23^{**}x$	$y = -1208,50 + 965,53^{ns}x$
Mn	$y = 27,74 + 12,94^*x$	$y = -347,10 - 277,77^{ns}x$
Zn	$y = 65,65 - 7,08^{ns}x$	$y = -189,25 + 161,75^{ns}x$

* e ** significativo a 5% e 1% pelo teste F, ^{ns}não significativo.

Quadro 5. Produção de matéria seca da parte aérea (MSA), teor e conteúdo de B, Cu, Fe, Mn e Zn na alfafa em três cortes. Média de todos os tratamentos e de três repetições⁽¹⁾

Cortes	MSA (g vaso ⁻¹)	Teor				
		B	Cu	Fe	Mn	Zn
1	2,03c	83,5a	7,4b	174,9b	64,6b	38,5b
2	2,52a	57,4b	7,5b	182,1b	56,6c	31,0c
3	2,40b	61,4b	10,9a	277,4a	78,0a	56,7a
Média	2,32	67,4	8,6	211,5	66,4	42,0
		Conteúdo				
		µg/vaso				
1	-	177,0a	12,8c	357,7c	123,9c	68,2b
2	-	134,7b	19,5b	493,6b	151,9b	74,2b
3	-	143,2b	26,0a	728,0a	200,4a	129,4a
Média		151,6	19,4	526,4	158,7	90,6

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

⁽²⁾ Soma de três plantas.

CONCLUSÕES

Em Latossolo Vermelho Amarelo distrófico, uma relação P:Mg até 4:1 aumentou a produção de matéria seca da alfafa.

Os teores de Mn e de Zn na massa seca da parte aérea não foram afetados pela relação fósforo: magnésio no solo.

As relações entre o teor foliar de P com os teores de Cu, Fe, Mn e Zn indicaram a presença de interação com esses nutrientes, o contrário foi observado com o Mg.

As épocas de corte influenciaram significativamente a absorção dos micronutrientes pelas plantas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMS, F. Interactions of phosphorus with other elements in soil and in plants. In: KHASAWNEH, F.E. et al. (Eds.). **The role of phosphorus in agriculture**. Madison: American Society of Agronomy, 1980. p.655-680.
- ALVAREZ VENEGAS, V.H. et al. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A.C. et al. (Eds.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais, 5ª Aproximação**. Viçosa: CFSEMG, 1999. p.25-32.
- EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: CNPS/EMBRAPA, 1997. 212 p.
- KABATA PENDIAS, A.; PENDIAS, H. **Trace elements in soils and plants**. Boca Raton: CRC Press, 1984. 315 p.
- LO, S.Y.; REISENAUER, H.M. Zinc nutrition of alfalfa. **Agronomy Journal**, Madison, v.60, p.464-466, 1968.
- LOUÉ, A. **Oligoéléments en agricultures**. Antibes: SCPA-NATHAN, 1993. 577p.
- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1980. 251p.
- MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. Piracicaba: Editora Ceres, 2006. 631p.
- MALAVOLTA, E. et al. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: POTAFÓS, 1997. 319 p.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press, 1995. 888 p.
- MOREIRA, A. et al. Efeito da relação cálcio e magnésio do corretivo sobre micronutrientes na alfafa. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, p.2051-2056, 2000.
- MOREIRA, A. et al. Efeito de fontes e doses de enxofre nos teores e conteúdo de micronutrientes na alfafa e no trevo branco. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v.54, p.55-60, 1997.
- MOREIRA, A.; MALAVOLTA, E. Fontes, doses e extratores de fósforo em alfafa e centrosema. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, p.1519-1527, 2001.
- MOREIRA, A. et al. Fontes e doses de fósforo na concentração e conteúdo de micronutrientes na alfafa e na centrosema. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v.59, p.157-165, 2002.
- PIMENTEL GOMES, F.; GARCIA, C.H. **Estatística aplicada a experimentos agrônomicos e florestais**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 309p.
- PINKERTON, A. et al. Pasture species. In: REUTER, D.J.; ROBINSON, J.B. (Eds.). **Plant analysis an interpretation manual**. Melbourne: CSIRO Publishing, 1997, p.285-373.
- PLANK, C.O. Alfalfa. In: PLANK, C.O. (Ed.). **Plant analysis handbook for Georgia**. Athens: Cooperative of Extension Service, 1988. p.18-19.
- RASSINI, J.B.; FREITAS, A.R. Desenvolvimento da alfafa (*Medicago sativa* L.) sob diferentes doses de adubação potássica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.27, p.487-490, 1998.
- WERNER, J.C. et al. Forrageiras. In: RAIJ, B. van. et al. **Recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, 1996. p.245-258. (Boletim 100).