

Produção e caracterização radicular de alfafa (*Medicago sativa* L.) em função da calagem e gessagem

Production and root characterization of alfalfa (Medicago sativa L.) related to lime and gypsum

Fábio Yomei Tanamati¹, Beatriz Lempp², Priscila Gonzales Figueiredo³, Rodrigo Alberto Repke⁴

RESUMO – A alfafa é uma forrageira leguminosa, herbácea perene de clima temperado bastante utilizada na criação de bovinos, equinos e caprinos e exigente em termos de fertilidade do solo. Diante disso objetivou-se quantificar o acúmulo de biomassa verde e seca e caracterizar e quantificar o sistema radicular da alfafa quando submetidas a diferentes níveis de saturação por bases do solo tendo como fonte o calcário e o gesso, para isso realizou-se um experimento a campo com delineamento experimental de blocos ao acaso com parcelas subdivididas, com quatro tratamentos e quatro repetições. Considerou-se as parcelas os tratamentos que foram calculados para atingir a saturação por bases do solo a V=80%, sendo T1- 80% gesso, T2- 80% calcário, T3- 40% calcário + 40% gesso e T4- 80% calcário + 80% gesso, e as subparcelas, três épocas de amostragem, com intervalos de 30 dias. A partir dos resultados concluiu-se que a gessagem e a calagem devem ser analisadas segundo caráter econômico, já que maiores doses não implicam em maiores acúmulos de biomassa verde e seca, que a calagem e a gessagem no solo interferem no crescimento e morfologia radicular da alfafa, a qual apresenta crescimento secundário normal.

Palavras-chave: Morfologia, anatomia, raiz.

ABSTRACT - Alfalfa is a forage legume, perennial herbaceous from temperate widely used in cattle, horses and goats and highly demanding in terms of soil fertility. Therefore this study aimed to quantify the accumulation of fresh and dry biomass and characterize and quantify the alfalfa's root system when subjected to different levels of soil base saturation, having as a source limestone and gypsum, for it was carried out a field experiment with randomized complete blocks with split plots with four treatments and four replications. Plots were the treatments, which were calculated to achieve a base saturation of the soil V = 80%, being T1- 80% gypsum, T2- 80% limestone, T3- 40% gypsum + 40% lime and T4- 80% lime + 80% gypsum, and subplots, were considered three sampling times at intervals of 30 days. From the results it was concluded that the gypsum and lime should be analyzed according to economic, since larger doses do not imply higher accumulation of biomass fresh and dry, the lime and gypsum in the soil interfere with the growth and root morphology of alfalfa, which presents normal secondary growth.

Keywords: Morphology, anatomy, root.

INTRODUÇÃO

A alfafa é uma forrageira leguminosa, herbácea perene de clima temperado cujo sistema radicular é pivotante, com raiz principal e coroa profunda (MONTEIRO, 1999). Devido ao seu potencial qualitativo e diversidade de utilização (feno, pasto, etc.) é bastante utilizada na criação de bovinos, equinos e caprinos (RASSINI et al., 2003).

Os estudos desta forrageira geralmente resultam do seu cultivo em regiões de clima frio (COSTA, 2003; FERREIRA et al., 2004), fazendo-se necessário a pesquisa sobre época de corte e aplicação de corretivos, adaptados as condições de clima tropical, possibilitando assim o incremento quantitativo e qualitativo como alta taxa de biomassa seca, baixo teor de fibras e alto teor de proteínas da forrageira.

Nestas condições a maior limitação para produção desta forrageira, em está relacionada às propriedades químicas do solo. A alfafa se desenvolve bem em solos de boa fertilidade, neutros ou alcalinos (pH 6,5 a 7,0) textura média e permeáveis (ROCHA & EVANGELISTA, 1991). Desta forma a calagem e a gessagem são práticas fundamentais para a implantação da cultura.

A calagem promove maior fixação de N pelas leguminosas, maior disponibilidade de alguns minerais, aumento da saturação de bases e diminuição da solubilidade de elementos tóxicos (Al e Mn) (CADDEL et al., 2004), já a gessagem fornece ao solo íons Ca^{2+} e SO_4^{2-} , diminui a toxicidade do Al^+ em solos ácidos e promove a agregação de partículas de argila (DONTSOVA et al., 2005).

A curto prazo, Silva et al. (1997) observaram que a ação do calcário sobre a acidez do solo é maior na

*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 14/10/2013; aprovado em 25/10/2013

¹ Universidade Estadual Paulista – UNESP. E-mail: fabiomyomei@hotmail.com.

² Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD. E-mail: blempp@ufgd.br.

³ Mestranda em Agricultura Unesp- Botucatu. E-mail: priscila_figueiredo3@hotmail.com

⁴ Universidade Estadual Paulista – UNESP. E-mail: rodrigorepke@hotmail.com.

camada superficial, enquanto a ação do gesso ocorre até 40-60 cm de profundidade. Estes mesmos pesquisadores, inferiram através das concentrações foliares de S, Ca e Mg na cultura do algodão, que a gessagem promove aprofundamento de raízes, em especial quando associada à calagem, destacando ainda o maior poder residual do calcário e ação mais rápida do gesso.

Sabe-se que a calagem e a gessagem tem relação positiva com o desenvolvimento do sistema radicular de plantas cultivadas (PRADO & NATALE, 2004). Entretanto pelo fato de não poder ser vista facilmente e dificuldades impostas no seu estudo a raiz é a parte da planta menos conhecida, pesquisada e compreendida.

Diante do exposto objetivou-se quantificar o acúmulo de biomassa, caracterizar e quantificar o sistema radicular da alfafa quando submetidas a diferentes níveis de saturação por bases do solo tendo como fonte o calcário e o gesso.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na área experimental de Forragicultura e no laboratório de Tecnologia e Produção de Alimentos, da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), no município de Dourados, MS Brasil (22° 13' 16" S Gr., 54° 48' 20" W e 434 m de altitude).

O solo é um Latossolo Vermelho Distroférrico (Embrapa, 1999), com a seguinte composição química m.o. = 32 g dm⁻³; pH (CaCl₂) = 5,5; P = 17,3 mg dm⁻³; K⁺ = 10,4 (mmol_C dm⁻³); Ca⁺⁺ = 41,5 (mmol_C dm⁻³); Mg⁺⁺ = 20,4 (mmol_C dm⁻³); H+Al⁺³ = 52,9 (mmol_C dm⁻³); CTC = 111,4 (mmol_C dm⁻³) e V% = 50,4.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com parcelas subdivididas onde considerou-se as parcelas os tratamentos que foram calculados para atingir a saturação por bases do solo a V=80% (PEDREIRA et al., 2004; SOUZA & LOBATO, 2004), sendo T1- 80% gesso, T2- 80% calcário, T3- 40% calcário + 40% gesso e T4- 80% calcário + 80% gesso, e as subparcelas, três épocas de amostragem. As parcelas foram constituídas por 8 m² com quatro linhas espaçadas em 0,5 m, sendo considerada área útil 4 m² e as subparcelas foram constituídas por 2 amostragens de 1 m², em intervalos de 30 dias.

O preparo do solo compreendeu a aração e gradagem, em seguida os tratamentos foram aplicados em área total, a lanço sem incorporação, vinte dias antes da semeadura. A semeadura foi realizada em área irrigada a 0,02 m de profundidade, com densidade de semeadura de 5 kg ha⁻¹. As sementes foram inoculadas com *Rhizobium melliotti*, peletizadas com goma arábica 40% e recobertas com calcário filler. A adubação de cobertura (100 kg ha⁻¹ P₂O₅, 60 kg ha⁻¹ de K₂O, nas formas de superfosfato simples e cloreto de potássio) foi aplicada aos 122 dias após a semeadura (DAS).

Devido aos sintomas de deficiência de nitrogênio e a baixa nodulação verificada, fez-se a adubação nitrogenada, de forma parcelada, aos 139 e 152 DAS, na dose de 30 e 50 kg ha⁻¹ de N, respectivamente tendo como fonte o sulfato de amônio. Aos 103 e 139 DAS foram feitos cortes de uniformização, os cortes foram manuais, com tesouras a 7,5 cm do solo.

A cada corte o material foi pesado para a quantificação do acúmulo de biomassa verde total, e separado por componentes morfológico para determinação acúmulo de biomassa verde de folha e de haste. A seguir uma subamostra foi pré-secada em estufa de circulação de ar forçado à 50° C por 72 horas, para determinação de acúmulo de biomassa seca total e de biomassa seca de folha e determinação do teor de nitrogênio total (A.O.A.C. 1995) e fibra bruta (SILVA, 1981) por componente morfológico.

A estrutura anatômica e a quantificação do sistema radicular foram estudadas ao final dos três cortes. As raízes amostradas para anatomia foram coletadas quando as plantas estavam no estágio de florescimento, em uma tricheira aberta até 0,20 m de profundidade.

As raízes foram lavadas e fragmentadas para fixação em formalina-acetato-álcool etílico 50% (FAA), os fragmentos foram desidratados em série alcoólica e incluídos em parafina e paraplast (DAYKIN & HUSSEY, 1985) e seccionadas transversalmente em micrótomo rotativo, os cortes de 12 µm de espessura foram corados em série quádrupla triálcool (HAGGQUIST, 1974) e montados entre lamínas e lamínulas com permount. A partir das lâminas permanentes foram obtidas imagens de aspectos relevantes das seções transversais da raiz, com microscópio de ocular micrométrica Zeiss®.

Para a quantificação do sistema radicular foi feito um perfil de 0,20 m na linha de cultivo, expondo a raiz de maneira a representar o conjunto de plantas da unidade experimental. O perfil foi dividido em quadriculas de 0,05 m com auxílio de uma malha de 0,4 x 0,2 m e fotografado com câmera digital (9 megapixels). A imagem foi segmentada com a técnica da limiarização (thresholding) e analisada quanto ao comprimento, superfície e diâmetro das raízes pelo programa Delta -T Scan® (BERGAMIN et al., 2010).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não ocorreram diferenças na produção de alfafa nos diferentes níveis de saturação por base do solo, entretanto a planta de alfafa como um todo apresenta alta proporção folha/haste na planta de alfafa (Tabela 1), o que é importante uma vez que está relacionado a qualidade da forragem, devido ao seu maior valor nutritivo e preferência dos animais quando em pastejo (PACIULLO et al., 2003)

Tabela 1 – Acúmulo de biomassa verde de folhas (BMVF), biomassa verde de hastes (BMVH), biomassa verde total (BMVT), biomassa seca de folhas (BMSF), biomassa seca de hastes (BMSH) e biomassa seca total (BMST) de alfafa sob diferentes fontes e doses de cálcio.

Tratamentos (V%)	BMVT	BMST	BMVF	------(kg ha ⁻¹)-----		
				BMVH	BMSF	BMSH
100 gesso	2.138	1.008	1.225	913	551	457
100 calcário	2.068	974	1.208	860	544	430
50 gesso +50 calcário	2.139	1.007	1.238	901	557	450
100 gesso+100 calcário	2.034	957	1.195	839	538	419
Médias	2.095 ^{ns}	986 ^{ns}	1.216 ^{ns}	878 ^{ns}	547 ^{ns}	439 ^{ns}
C.V. (%)	16,2	23,5	15,13	19,04	23,01	27,3

^{ns} = não significativo ao teste de Tukey (p < 0,05)

Observou-se que, apesar de não significativo, o aumento na produção de biomassa seca no terceiro corte, isso pode ser explicado pela ação dos corretivos ao longo do tempo (MOREIRA et al., 1999), ao desenvolvimento da coroa, que é uma estrutura de importância fisiológica por ser um órgão de reservas orgânicas que garante o

vigor da rebrota e longevidade das plantas (MONTEIRO, 1999) ou ainda pelas temperaturas médias da estação em que foi feito o terceiro corte, uma vez que temperaturas mais baixas durante a noite, reduzem a respiração, aumentando a taxa fotossintética líquida (tabela 2).

Tabela 2 – Acúmulo de biomassa verde de folhas (BMVF), biomassa verde de hastes (BMVH), biomassa verde total (BMVT), biomassa seca de folhas (BMSF), biomassa seca de hastes (BMSH) e biomassa seca total (BMST), em duas estações do ano.

Épocas	MVH	MVF	MVT	------(kg ha ⁻¹)-----		
				MSF	MSH	MST
Verão	860	1.164	2.025	524	430	954
Verão	860	1.178	2.038	530	430	960
Outono	914	1.307	2.221	588	457	1.045
Médias	878 ^{ns}	1.216 ^{ns}	2.095 ^{ns}	547 ^{ns}	439 ^{ns}	986 ^{ns}
C.V. (%)	19,02	15,13	16,2	23,01	27,03	23,5

^{ns} = não significativo ao teste de Tukey (p < 0,05)

No resultado da análise de solo observou-se que a aplicação de calcário permitiu elevar o teor de Ca⁺⁺ e a saturação de bases e reduzir o teor de Al. Isso pode ser justificado pelo período ideal de incubação do corretivo no solo ser de aproximadamente 50 dias, sendo maior o efeito de doses elevadas assim o calcário calcítico apresentou maior poder de elevação de pH do solo (Tabela 3).

O teor de proteína bruta (PB) variou apenas nas hastes em função doses e fontes de cálcio (tabela 4), e nas folhas e hastes em função da época de corte (tabela 5).

As fontes e doses de cálcio não influenciaram no teor de PB da folha. Os teores de PB da haste foram

menores quando aplicou-se V%= 80 gesso, V%= 40 calcário + 40 gesso e V%= 80 calcário + 80 gesso, e maior quando aplicada V%= 80 calcário.

Nas condições de verão o teor de PB nas folhas são superiores comparadas às condições de outono (tabela 5). Costa & Saibro (1992) sugeriram que cortes em plantas no estágio vegetativo forneceram forragem com maiores teores de PB em todas as estações do ano, enquanto cortes no estágio de florescimento, durante o verão e o inverno, forneceram os maiores rendimentos de PB por área.

Tabela 3 – Caracterização química do solo nos tratamentos ao final dos três cortes de alfafa.

Tratamentos (V %)	pH (CaCl ₂)	P (Mg dm ⁻³)	K	Al		Ca		Mg	V (%)	
				------(mmol c dm ⁻³)-----		-----				
80 gesso	5,9	7,7	6,6	0,68	a	44,9	b	16,9	63,5	a
80 calcário	6,0	9,8	5,2	0,08	c	53,6	a	17,0	65,9	a
40 calcário + 40 gesso	5,8	6,8	5,8	1,32	a	45,0	b	17,6	58,8	b
80 calcário + 80 gesso	5,9	9,9	6,0	0,60	b	45,5	b	17,3	60,5	b
Médias	5,9 ^{ns}	8,6 ^{ns}	5,9 ^{ns}	0,67		47,2		17,2 ^{ns}	62,2	
C.V. (%)	1,0	8,59	26,6	10,4		11,9		27,8	7,4	

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P > 0,05)

^{ns} = não significativo ao teste de Tukey (p > 0,05)

Tabela 4 – Teor de Proteína bruta na folha (PBF), haste (PBH) e fibra bruta na folha (FBF) e haste (FBH) de alfafa sob doses de calcário e gesso.

Tratamentos V%	PBF	PBH	FBF	FBH
	-----(% M.S.)-----			
80 gesso	37,0	16,5 b	16,8	40,9
80 calcário	38,1	17,4 a	16,8	40,4
40 calcário + 40 gesso	36,2	17,2 a	17,1	40,3
80 calcário + 80 gesso	35,9	17,3 a	16,7	40,6
Médias	36,83 ^{ns}	17,1	16,9 ^{ns}	40,5 ^{ns}
C.V. (%)	5,3	4,9	6,2	2,9

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (p>0,05)

^{ns} não significativo (p>0,05)

Tabela 5 – Teor de Proteína bruta na folha (PBF), haste (PBH) e fibra bruta na folha (FBF) e haste (FBH) de alfafa sob doses de calcário e gesso em duas estações do ano.

Época	PBF	PBH	FBF	FBH
	-----(% M.S.)-----			
Verão	37,78 a	16,84 b	16,50	40,82 a
Verão	37,88 a	18,21 a	16,94	41,58 a
Outono	35,58 b	16,22 b	17,11	39,22 b
Médias	37,08	17,09	16,85 ^{ns}	40,54
C.V. (%)	5,0	4,7	6,4	2,7

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey

^{ns} = não significativo (P > 0,05)

A secção transversal das raízes (Figura 1) mostraram estrutura típica de crescimento secundário com periderme constituída por súber, felogênio e feloderme, floema secundário, câmbio vascular e xilema secundário

composto por várias arestas de células condutoras entremeadas com células parenquimáticas, caracterizando-a como poliarca e a presença de metaxilema no centro da raiz caracteriza a maturação centríptá (ESAÚ et al., 1997).

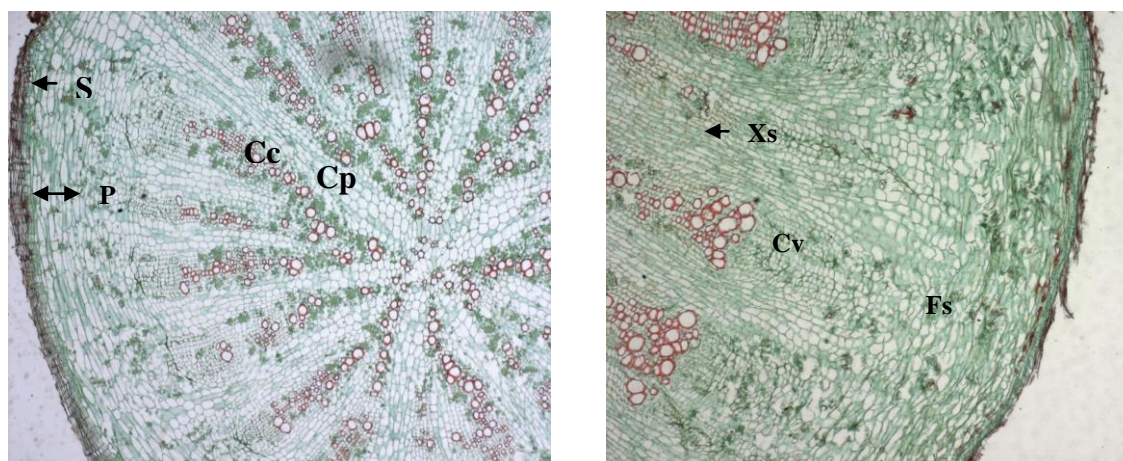


Figura 1 – Secções transversais de raízes de alfafa, mostrando súber (s), periderme (p), xilema secundário (Xs) composto por arestas de elementos de vaso (Cc) e células parenquimáticas, câmbio vascular (Cv) e floema secundário (Fs).

Em condição de campo, segundo HEICHEL (1983), a profundidade das raízes da alfafa aumenta de acordo com a idade do estande e é fortemente dominado pela raiz primária, que pode exibir inúmeras raízes secundárias, sendo que as raízes fibrosas proliferam nos 0,20 m do perfil do solo.

A tabela 6 mostra uma interação significativa entre os tratamentos com as profundidades avaliadas. Em todas as profundidades observou-se o maior diâmetro das raízes no tratamento T3 V%=40 calcário+40 gesso, este comportamento segundo Caddel et al. (2004) e Prado e Natale (2004) pode ser explicado pelo menor potencial de elevação de saturação por bases e maior teor de Al⁺³ do

solo (tabela 6), neste sentido Nolla et al. (2007) comprovou que o engrossamento e deformação da raiz de soja ocorre pela concentração de alumínio no solo, uma vez que a predominância do $Al(H_2O)^{6+3}$ em solução, inibe a expansão das células da raiz promovendo seu engrossamento. Na profundidade 0,15-0,20m, verificou-se os menores diâmetros das raízes, o que indica um afilamento das mesmas a medida que se aprofundam no solo (Tabela 6).

O comprimento de raiz nas profundidades 0,10-0,15m e 0,15-0,20 m não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos, sendo observados de uma forma geral nas maiores profundidades os menores comprimentos de raízes. O maior desenvolvimento de raízes na superfície do solo mostra a ação superficial dos corretivos e que nem sempre a gessagem promove o aprofundamento de raízes das plantas corroborando com os resultados obtidos por Silva et al. (1997).

A superfície radicular nas profundidades 0,10-0,15 e 0,15 a 0,20 m foram menores. O tratamento 1 V%=

80 gesso apresentou maior superfície de raiz nas quatro profundidades. Já na profundidade 0,10-0,15 m não ocorreram diferenças entre os tratamentos. De acordo com os resultados a maior parte do sistema radicular da alfafa concentra-se na profundidade de 0,00-0,15 m, o que pode estar associado a disponibilidade de água e ou a maior resistência a penetração do solo a medida que se aprofunda o solo, entretanto esta ultima hipótese deve ser avaliada em estudos futuros.

A limitação do crescimento radicular em maiores profundidades pode ser explicada pela presença do alumínio ou compactação do solo (DONTSOVA et al., 2005). Fernandes et al. (2005) estudando a distribuição do sistema radicular de alfafa em diferentes profundidades do solo observaram que a maior densidade e comprimento da raiz foram encontrados na camada superior do solo, indicando que o crescimento radicular em comprimento e densidade tende a aumentar até os 124 dias após a germinação, diminuindo após este período.

Tabela 6 – Diâmetro, comprimento e superfície radicular das raízes da alfafa, nos tratamentos e profundidades em Latossolo Vermelho Distroférrico.

Tratamentos (V%)	Profundidades (m)							
	0,0-0,05		0,05-0,10		0,10-0,15		0,15-0,20	
	-----Diâmetro (mm)-----							
80 gesso	0,44	bB	0,79	bA	0,84	aA	0,49	aB
80 calcário	0,41	bA	0,55	cA	0,58	bA	0,39	aA
40 calcário+40 gesso	0,96	aA	1,11	aA	0,75	aA	0,41	aB
80 calcário+80 gesso	0,56	bB	0,75	bA	0,63	bB	0,48	aB
Médias	0,59		0,80		0,70		0,44	
CV (%)	19,03							
	-----Comprimento (m m ⁻²)-----							
80 gesso	63,56	aA	31,51	bB	29,68	aB	13,46	aC
80 calcário	56,00	bA	58,34	aA	28,32	aB	21,66	aB
40 calcário+40 gesso	64,71	aA	30,56	bB	25,84	aB	13,26	aC
80 calcário+80 gesso	45,84	bA	30,56	bB	35,30	aB	15,70	aC
Médias	57,53		37,74		29,79		16,02	
CV (%)	20,90							
	-----Superfície (cm ² m ⁻²)-----							
80 gesso	273,20	bA	286,45	aA	266,88	aA	120,89	aB
80 calcário	229,17	bA	277,13	bA	148,98	bB	93,24	aB
40 calcário+40 gesso	437,85	aA	220,47	bB	198,11	bB	53,95	aC
80 calcário+80 gesso	203,78	bB	336,02	aA	221,84	aB	80,83	aC
Médias	286,00		280,02		208,95		87,23	
CV (%)	17,30							

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey (p>0,05)

CONCLUSÕES

A gessagem e a calagem devem ser analisadas segundo caráter econômico, já que maiores doses não implicam em maiores acúmulo de biomassa verde e seca.

A calagem e a gessagem no solo interferem no crescimento e morfologia radicular da alfafa, e que a raiz de alfafa apresenta crescimento secundário normal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A.O.A.C. Association of Official Agricultural Chemists. Official Methods of Analysis. 12 Ed. Washington: AOAC International. 1970. 1094 p.

Bergamin, A. C.; Vitorino, A.C.T.; Franchini, J.C.; Souza, C.M.A.; Souza, F.R. Compactação em um latossolo vermelho distroférrico e suas relações com o crescimento radicular do milho. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.34, n.3, p. 681-691, 2010.

Caddel, J. L.; Zhang, H.; Wise, K. (2004). Yield response of alfalfa, red clover, and white clover to soil pH and lime treatments. *Forage and Grazinglands*.
<http://www.plantmanagementnetwork.org/pub/fg/research/2004/treat/>. 25 jul. 2012.

Costa, C.; Vieira, M. P.; Venégas, F.; Saad, J. C. C.; Cruz, R. L. Produção e composição química da forragem de alfafa (*Medicago sativa* L. cv. Crioula) em função do teor de umidade do solo. *Acta Scientiarum Agronomy*, Maringá, v. 25, n. 1, p. 215-222, 2003.

Costa, N. de L.; Saibro, J. C. Efeito da altura de corte e do estágio de desenvolvimento sobre a produção estacional de forragem da Alfafa. *Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.27, p.865-871, 1992.

Dontsova, K. M.; Norton, L. D.; Johnston C. T. Calcium and magnesium effects on ammoniac adsorption by soil clays. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, v. 69, p. 1225-1232, 2005.

Esau, K. *Anatomy of seed plants*. 2.ed. New York: John Wiley, 1977. 550p.

Fernandes, A. C.; Rodrigues, T. J. D.; Malheiros, E. B.; Rodrigues, L. R. A. Crescimento inicial da parte aérea e do sistema radicular de três cultivares de alfafa. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.9, n.1, p. 51-56, 2005.

Hagquist, C.W. Preparation and care of microscope slides. *The American Biology Teacher*, Reston, v.36, n.7, p.414-17, 1974.

Teare, I. D.; Peet, M. M. *Crop-Water Relations*, New York: John Wiley, 1983, 547p.

Monteiro, A. L. G.; Corsi, M.; Carvalho, D. D. Freqüências de corte e intensidade de desfolha em duas cultivares de alfafa (*Medicago sativa* L.) peso, número,

produção estacional e dinâmica de aparecimento das brotações basilares. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 28, n.3, p.446-452, 1999.

Moreira, A., Carvalho, J. G., Evangelista, A. R. Influência da relação cálcio:magnésio do corretivo na nodulação, produção e composição mineral da alfafa. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.34, n.2, p.249-255, 1999.

Nolla, A.; Schlindwein, J. A.; Anghinoni, I. Crescimento, morfologia radicular e liberação de compostos orgânicos por plântulas de soja em função da atividade de alumínio na solução do solo de campo natural. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.37, n.1, p. 97-101, 2007.

Paciullo, D. S. C.; Aroeira, L. J. M.; Alvim, M. J.; Carvalho, M. M. C. Características produtivas e qualitativas de pastagem de braquiária em monocultivo e consorciada com estilosantes. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 38, n. 3, p. 421-426, 2003.

Pedreira, C. G. S.; Moura, J. C. M.; Faria, V. P. Simpósio sobre manejo da pastagem, Fertilidade do Solo para pastagens produtivas; anais Piracicaba: FEALQ, 2004, 480p.

Prado, R. M.; Natale, W. Calagem na nutrição de cálcio e no desenvolvimento do sistema radicular da goiabeira. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.39, n.10, p.1007-1012, 2004.

Rassini, J. B.; Primavesi, A. C.; Primavesi, O.; Tupy, O.; Lêdo, F. da S.; Ferreira, R.de P.; Botrel, M. de A.; Alvim, M. J. Cultivo da alfafa. <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>. 25 jul. 2012.

Rocha, G.P.; Evangelista, A.R. Forragicultura. Lavras: ESAL/FAEP, 1991, 195p.

Silva, D. J. *Análise dos alimentos*. Viçosa: Imprensa Universitária da Universidade Federal de Viçosa, 1981, 165 p.

Silva, N. M.; Van Raij, B., Carvalho, L.H., Bataglia, O.C., Kondo, J.I. Efeitos do calcário e do gesso nas características químicas do solo e na cultura do algodão. *Bragantia*, Campinas, v. 56, n. 2, p. 389-401, 2007.

Souza, D. M. G., D; Lobato, E., Cerrado: Correção do solo e adubação. 2 ed. Brasília, DF: Embrapa informação Tecnológica, 2004. 416p.