

Produção de matéria seca de alfafa (*Medicago sativa* L.) em função de doses de calcário

Dry matter production by alfalfa plants (*Medicago sativa* L.) as influenced by lime doses

Natália Regina de Campos NÓIA^{1,2}; Mara Cristina Pessôa da CRUZ³; Marcelo Jara DAVALO⁴; Mayra Carolina OLIVEIRA⁵; Claudia Kazumi FUJITA⁶

¹ Trabalho desenvolvido na disciplina de Fertilidade do solo na Unesp Campus de Jaboticabal.

² Mestranda, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Unesp Campus Jaboticabal, Departamento de solos e adubos. Via de acesso Prof. Paulo Donato Castellane s/n, 14884-900, Jaboticabal – SP. E-mail: natalia_campos_17@hotmail.com

³ Docente, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Unesp Campus Jaboticabal, Departamento de solos e adubos. E-mail: mcpcruz@fcav.unesp.br

⁴ Doutorando, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Unesp Campus Jaboticabal, Departamento de solos e adubos. E-mail: jara_davalo@hotmail.com

⁵ Mestranda, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Unesp Campus Jaboticabal, Departamento de solos e adubos. E-mail: mayragepfor@yahoo.com.br

⁶ Doutoranda, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Unesp Campus Jaboticabal, Departamento de solos e adubos. E-mail: ckfujita@gmail.com

Recebido em: 18-12-2013; Aceito em: 05-05-2014

Resumo

A produção de matéria seca é uma das formas de pesquisar o comportamento das plantas à sua capacidade produtiva e também é adequada para verificar os efeitos das aplicações de nutrientes minerais. O objetivo deste trabalho foi avaliar, em condições de casa de vegetação, os efeitos de seis doses de calcário na produção de matéria seca da alfafa em um Latossolo Vermelho distrófico. O delineamento experimental foi o inteiramente causalizado, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram em seis doses de calcário (0; 1,23; 2,34; 3,42; 4,53 e 5,63 t ha⁻¹), calculadas para elevar a saturação por bases para 13; 30; 45; 60; 75 e 90%. Após 40 dias da instalação do experimento, as plantas foram cortadas rente ao solo para obter a produção de matéria seca, e amostras de solo foram coletadas para serem submetidas às análises de rotina do solo. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e, quando significativos, foram submetidos à análise de regressão polinomial, adotando-se a regressão significativa de maior grau. Os resultados demonstraram o efeito quadrático de regressão de doses de calcário sobre a produção de matéria seca, e a dose de 4,83 t ha⁻¹ de calcário foi adequada para a obtenção da produção máxima de matéria seca de 1,425 g vaso⁻¹. Conclui-se que a calagem aumentou a produção de matéria seca da alfafa e influenciou positivamente em todas as variáveis químicas do solo.

Palavras-chave adicionais: acidez do solo; adubação; calagem; pH do solo.

Abstract

Dry matter evaluation is one of the ways of investigating plants producing capacity as well as the effects of mineral nutrients application. The objective of this experiment was to evaluate the effects of soil liming on the production of dry matter by alfalfa plants in a dystrophic red latosol. The experiment was set according to a completely random design, with four repetitions. The six doses of lime were of 0, 1.23, 2.34, 3.42, 4.53, and 5.63 t ha⁻¹ these doses expected to raise bases saturation to 13, 30, 45, 60,75 and 90%. Forty days after soil liming the plants were cut at the soil surface level to have their dry matter content determined. Soil samples were taken for the routine soil analysis. The results showed a regression quadratic effect of doses of lime on dry matter production and the dose of 4.83 t ha⁻¹ of lime is adequate for maximum productivity of dry matter, that is, 1.452 g vase⁻¹. It was concluded that liming increased alfalfa dry matter production and had a positive effect on all soil chemical variables.

Additional keywords: fertilizer; lime; soil acidity; soil pH.

Introdução

A alfafa (*Medicago sativa*, L.) é uma planta forrageira perene, originária do sudoeste do continente asiático, e sua excepcional qualidade nutritiva, a alta palatabilidade e digestibilidade, faz com que aumente o interesse pelo seu cultivo (GOMES et al., 2002). Portanto, independentemente da localidade e do clima, exige boas condições de fertilidade do solo, tanto em relação à correção da acidez quanto à disponibilidade de nutrientes (MOREIRA et al., 1999).

A cultura da alfafa é possivelmente a que remove as maiores quantidades de Ca e de Mg e, entre as leguminosas, provavelmente seja a mais exigente em termos de acidez do solo. A alfafa tem seu desenvolvimento limitado quando a percentagem de saturação de Al está acima de 15% e em solos com pH abaixo de 6,8 a bactéria simbiótica *Sinorhizobium meliloti* tem sua eficiência reduzida na fixação biológica de nitrogênio (MOREIRA et al., 2007).

No Brasil, os solos predominantes são os Latossolos, altamente intemperizados, tipicamente ácidos, pobres em bases, principalmente de Ca e Mg, alta saturação de Al e teores elevados de Mn, ou seja, são fatores limitantes para a produtividade em solos de regiões tropicais e subtropicais (CAIRES et al., 2002; CAIRES, 2013).

A calagem é uma prática agrícola recomendável e, quando executada dentro de critérios bem fundamentados, exerce vários efeitos benéficos na cultura da alfafa, como a elevação do pH do solo, a redução do teor de Al e Mn trocáveis, a elevação dos teores de Ca e Mg disponíveis, além do aumento da disponibilidade de outros nutrientes (ANDREOTTI et al., 2001) e por provocar aumento no número de nódulos, na fixação biológica de N e no acúmulo de matéria seca (MOREIRA et al., 1999).

Porém, quando a aplicação de calcário é feito em excesso, reduz a disponibilidade de alguns micronutrientes no solo, como Bo, Cu e Zn e, conseqüentemente, o desequilíbrio nutricional na planta, além de dificultar a absorção de K, alterar as propriedades eletroquímicas, dispersar a argila do solo (CRUZ et al., 1994; PRADO, 2003) e causar um desequilíbrio entre Ca e Mg, prejudicando o crescimento das plantas (MOREIRA et al., 1999).

A produção de matéria seca (MS) é uma das formas clássicas de se pesquisar o comportamento das plantas à sua capacidade produtiva e também é adequado para se verificar os efeitos das aplicações de nutrientes minerais (DUTRA et al., 1995). Diante deste contexto, o trabalho teve por objetivo avaliar, em condições de casa de vegetação, os efeitos de doses crescentes de calcário na produção de MS da alfafa e no solo.

Material e métodos

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, no Laboratório de Fertilidade do Solo da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, localizada no município de Jaboticabal-SP, entre os meses de agosto e outubro de 2012. O solo utilizado foi um Latossolo Vermelho distrófico, textura média (EMBRAPA, 2006), coletado na camada de 0 a 20 cm, na área de mata, na fazenda São Matheus, no município de Frutal-MG, com as seguintes características químicas e granulométricas: $\text{pH}_{\text{CaCl}_2} = 4,10$; $\text{K}^+ = 0,8 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{Ca}^{2+} = 7 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{Mg}^{2+} = 2 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{H+Al} = 64 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{Al}^{3+} = 11 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{SB} = 10 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{CTC} = 74 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{V} = 13\%$; argila = 180 g kg^{-1} ; silte = 40 g kg^{-1} e areia = 780 g kg^{-1} .

Com base na análise de solo, foram calculadas as quantidades de CaCO_3 P.A e de MgCO_3 P.A, para elevar o índice de saturação por bases do solo a 30%, 45%, 50%, 75% e 90%, e mais a condição do solo. Para obter a relação Ca:Mg de 2:1, as doses utilizadas foram de 0,83; 1,58; 2,30; 3,05 e $3,80 \text{ t ha}^{-1}$ de CaCO_3 , mais 0,40; 0,76; 1,12; 1,48 e $1,83 \text{ t ha}^{-1}$ de MgCO_3 . Para a adubação com superfosfato triplo, foi aplicada a dose de $1,67 \text{ t ha}^{-1}$.

Foram medidas em copos plásticos quantidades correspondentes as doses em t ha^{-1} de CaCO_3 P.A, MgCO_3 P.A e de superfosfato triplo em pó, em balança com precisão de 0,01 g. Em sacos de 8 kg devidamente identificados, as quantidades de corretivos referentes a cada tratamento e de superfosfato triplo foram misturadas em $3,2 \text{ dm}^{-3}$ de solo seco ao ar, previamente peneirado em malha de 4 mm e densidade aparente do solo de $1,240 \text{ kg dm}^{-3}$. Porém, para garantir a completa transferência dos carbonatos e do superfosfato para os sacos plásticos, foi adicionado e depois agitado um pouco de solo no copo de plástico.

Após a calagem e a aplicação da fonte de fosforo, o solo foi transferido para vasos de alumínio de 3,5 L identificados conforme os tratamentos. Os vasos foram colocados sobre bandejas de alumínio, em seguida foi adicionada água deionizada para elevar a capacidade de retenção de água do solo a 60%. Depois da pesagem de todos os vasos com solo úmido, os mesmos permaneceram por um período de incubação de sete dias, sendo que a cada dois dias a água perdida por evaporação era repostada sempre que maior do que 50 mL.

Transcorrido o período de incubação, foi aplicado em cada vaso 100 mL de solução de nutrientes contendo 100 mg dm^{-3} de K, 40 mg dm^{-3} de S, $0,5 \text{ mg dm}^{-3}$ de B, $1,0 \text{ mg dm}^{-3}$ de Cu, $0,05 \text{ mg dm}^{-3}$ de Mo e $2,0 \text{ mg dm}^{-3}$ de Zn. A solução foi preparada a partir dos seguintes sais

(P.A): KH_2PO_4 , H_3BO_3 , $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ e $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$.

O controle de umidade do solo continuou sendo feito através de medidas de massa de cada vaso, ou seja, a água perdida (maior 50 mL) foi repostada a cada dois dias, pelo período de sete dias (período de incubação). Concluído o período de incubação, o solo de cada vaso foi espalhado sobre plástico e, após seco ao ar, foi passado através de peneira com abertura de malha de 4 mm e homogeneizado.

Foram devolvidos para os vasos exatamente $2,8 \text{ dm}^3$ de solo, posteriormente foi retirado cerca de $0,05 \text{ dm}^3$ de solo com um copo, e a superfície foi nivelada para distribuir uniformemente 30 sementes de alfafa (*Medicago sativa* L.) da cultivar Crioula não inoculadas. Após o plantio, o solo foi umedecido a 60% da capacidade de retenção de água. Os vasos foram mantidos cobertos por três dias, quando emergiram as primeiras plântulas, e diariamente a umidade do solo foi mantida em torno de 60% da capacidade de retenção.

No décimo dia após a emergência (DAE) das plantas, foi realizado o desbaste, deixando somente cinco plantas por vaso. Passados os 20 DAE, semanalmente foram aplicados 25 mg dm^{-3} de K via solução de KCl. No mês de outubro, foi realizada uma adubação nitrogenada, e foram aplicados 100 mL da solução de NH_4NO_3^-

(70 mg dm^{-3}) em cada vaso.

Com 40 dias após a instalação do experimento, as plantas foram colhidas, sendo cortadas rente ao solo, lavadas e secas em estufa a 65°C até atingir massa constante para obter a produção de matéria seca. Posteriormente, as amostras foram moídas para as determinações de macronutrientes no tecido vegetal (BATAGLIA et al., 1983). O solo foi retirado dos vasos após o corte das plantas para ser submetido às análises de rotina do solo, conforme RAIJ et al. (2001).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e, quando significativos, foram submetidos à análise de regressão polinomial, adotando-se a regressão significativa de maior grau.

Resultados e discussão

Não foram efetuadas as determinações dos teores de macronutrientes das plantas em razão da baixa produção de matéria seca (MS) (Tabela 1). A baixa produção de MS da cultura da alfafa pode estar relacionada com o ciclo da cultura, segundo Rassini et al. (2007), dependendo da época de plantio e das condições climáticas no período de desenvolvimento. O primeiro corte ou pastejo da alfafa pode ser realizado quando a planta estiver com floração completa, que é entre os 70 e 80 dias após a semeadura.

Tabela 1 - Teores médios de macronutrientes, pH, saturação por bases (V), saturação por alumínio (m) e massa de matéria seca (MS) da cultura da alfafa em função da aplicação de doses de calcário em um Latossolo Vermelho cultivado em casa de vegetação. *Macronutrients mean contents, pH, bases saturation (V), aluminium saturation (m) and dry weight mass (MS) of alfalfa plants growing in a dystrophic red latosol under greenhouse conditions as influenced by lime doses.*

Calcário (t ha^{-1})	pH CaCl_2	P (mg dm^{-3})	K^+ -----	Ca^{2+} ($\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$)	Mg^{2+} -----	H+Al -----	Al^{3+} -----	V (%)	m	MS (g vaso^{-1})
0	4,05	70,25	2,93	11,00	3,00	68,00	10,50	20,00	38,26	0,040
1,23	4,33	76,25	2,93	15,50	5,50	51,00	4,75	32,25	16,47	0,495
2,34	4,73	78,50	2,50	19,75	8,25	39,00	2,25	44,00	6,91	1,258
3,42	5,15	91,50	2,53	23,75	10,00	28,75	1,00	55,75	2,69	1,133
4,53	5,58	109,25	2,55	29,25	13,00	24,25	0,50	65,25	1,04	1,503
5,63	5,78	98,00	2,43	34,00	14,25	21,50	0,00	70,75	0,00	1,363
Teste F	**	**	ns	**	**	**	**	**	**	**
R.L.	**	**	*	**	**	-	-	-	-	-
R.Q.	-	-	-	-	-	**	**	**	**	**
C.V.(%)	1,58	3,86	12,30	7,74	7,64	9,11	20,38	4,20	15,80	18,97

**significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$), *significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$), ^{ns} não significativo ($p \geq 0,05$).

O não desenvolvimento da cultura da alfafa pode estar relacionado com a estação do ano em que foi conduzido o experimento, no período do inverno. Em um Latossolo Roxo distrófico, cultivado com nove variedades de alfafa (AZ Lew, Crioula, CUF 101, Flórida 77, INIA, Mesa Sirso, Pionner 5929, Sudam e UC Cibola),

MOREIRA et al. (1996) verificaram, ao comparar oito cortes em diversas estações, que nas médias obtidas no verão, seguidas das obtidas na primavera, os rendimentos de MS são significativamente superiores aos obtidos durante o outono e o inverno.

Ainda segundo os mesmos autores, os

resultados obtidos evidenciam o efeito dos fatores ambientais na produção de MS, especialmente em função do fotoperíodo. Pois o decréscimo do período luminoso resulta em diminuição progressiva do nível de inibidores presentes. À medida que a temperatura ambiente aumenta, as gemas reiniciam ou aumentam seu desenvolvimento. Esta fase está associada ao aumento do nível de giberelinas e de outras substâncias promotoras de crescimento.

Experimentos conduzidos por VIANA et al. (2004) e por BOTREL et al. (2001), ambos em um Latossolo Vermelho-Amarelo, cultivados com 28 e com 30 variedades de alfafa, respectivamente, avaliaram o potencial forrageiro durante os períodos de seca (inverno) e das águas (verão), e verificaram que 42% e 30% da produção anual ocorreram durante a seca. Segundo VIANA et al. (2004), a maior concentração de produção de MS na estação das águas pode ser explicada pelo menor intervalo entre cortes e menor incidência de desfolhas e, conseqüentemente, mais fotossíntese.

Houve efeito do modelo quadrático de regressão ($p < 0,01$) de doses de calcário sobre a produção de MS g vaso⁻¹, representado na Figura 1a. Por esse modelo, a dose de 4,83 t ha⁻¹ de calcário é adequada para a obtenção da produção máxima de MS, que é de 1,425 g vaso⁻¹. Resultados semelhantes foram observados por GOMES et al. (2002), em casa de vegetação, em um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, cultivado com duas variedades de alfafa (Flórida 77 e Crioula) e quatro doses de calcário: a produção de MS da parte aérea da cultivar crioula ajustou-se ao modelo quadrático de regressão e, por esse modelo, a dose de 6,90 t ha⁻¹ de calcário é a adequada para a obtenção da produção máxima.

Em um experimento conduzido por MOREIRA et al. (2000), em Latossolo Vermelho-Escuro distrófico, em casa de vegetação, aplicando as doses de 3,9 t ha⁻¹ e 7,8 t ha⁻¹ de calcário (CaCO₃ e MgCO₃), observaram que a cultura da alfafa cultivar crioula aumentou significativamente a produção de MS com a aplicação do dobro da dose recomendada de calcário.

O efeito das doses de calcário é significativo e variável, de acordo com a variável analisada (Tabela 1). Com as doses crescentes de calcário, observa-se que aumentou linearmente o pH_{CaCl2} (Figura 1b) e os teores de Ca²⁺ (Figura 1c) e Mg²⁺ (Figura 1d), a V% (Figura 1e), enquanto diminuíram de forma quadrática os teores de Al³⁺ (Figura 1f), H+Al (Figura 1g) e m% (Figura 1h), corroborando os resultados encontrados por TISSI et al. (2004).

A cultura da alfafa é muito exigente em pH do solo, e segundo RASSINI et al. (2007), para diversos tipos de solo, recomenda-se pH entre 6,50 e 7,50 e ainda assim dependendo de

outras características, como textura, matéria orgânica e acidez do subsolo. E de acordo com a Tabela 1, com aplicação de calcário, houve incremento de 1,73 unidade no valor de pH, ou seja, elevou o pH_{CaCl2} de 4,05 no tratamento com dose zero para 5,78 no tratamento com dose de 5,63 t ha⁻¹ de calcário.

Em um experimento conduzido por PRADO & BARION (2009), em casa de vegetação, em Latossolo Vermelho distrófico, a calagem com cinco doses de calcário aumentou de forma linear o valor de pH_{CaCl2} e a concentração de Ca²⁺, enquanto a concentração de Mg²⁺ aumentou e a concentração de H+Al diminuiu de forma quadrática, e isso refletiu no aumento com ajuste quadrático da soma de bases e, conseqüentemente, no aumento com ajuste quadrático da V%. Esses mesmos autores relatam que aplicação de calcário não atingiu a saturação por bases calculada, igualmente verificada neste experimento, o motivo seriam alguns fatores, como o poder tampão do solo e o grau de homogeneização durante a incorporação do calcário.

O Al³⁺ trocável no solo, correspondente à dose zero de calcário, representa mais de 38% da CTC efetiva, e com o aumento nas doses de calcário, o teor de Al³⁺ trocável no solo diminuiu, ocorrendo efeito do modelo quadrático de regressão (Figuras 1f e 1h) até todo o Al³⁺ ser neutralizado. Segundo KORNELIUS & RITCHEY (1992), a neutralização do Al³⁺ do solo é fundamental para o desenvolvimento da cultura da alfafa, ou seja, quanto mais corrigido for o perfil do solo, melhor será o desenvolvimento radicular da planta.

Com o aumento da dose de calcário no solo, aumentaram linearmente os níveis de P no solo (Figura 1i). Embora o P seja exigido em quantidades menores pela alfafa quando comparado com N, K⁺ e Ca²⁺, é o nutriente que tem apresentado as maiores e as mais frequentes respostas quando aplicado (MOREIRA et al., 2007). Segundo SARMENTO et al. (2001), teores de P no solo acima de 30 mg dm⁻³ são suficientes, em vaso, para elevadas produções de alfafa.

O teor de K⁺ no solo apresentou efeito do modelo linear de regressão decrescente, de acordo com a Figura 1j, e com o aumento das doses de calcário diminuiu os níveis de K⁺ no solo. No tratamento com dose zero de calcário, o nível de K⁺ era de 2,93 mmol_c dm⁻³ e caiu para 2,43 mmol_c dm⁻³ no tratamento com dose de 5,63 t ha⁻¹ de calcário (Tabela 1). Segundo RAIJ et al. (1987), para altas produções das culturas, os níveis satisfatórios de K⁺ no solo variam de 3,10 a 6,00 mmol_c dm⁻³. O K⁺ é o nutriente mais requerido pela alfafa e sua deficiência nas plantas afeta seu crescimento vegetativo e sua produtividade (MOREIRA et al., 2007), e por ser ligado ao metabolismo vegetal, o K⁺ é vital no processo fotossintético (RASSINI et al., 2007).

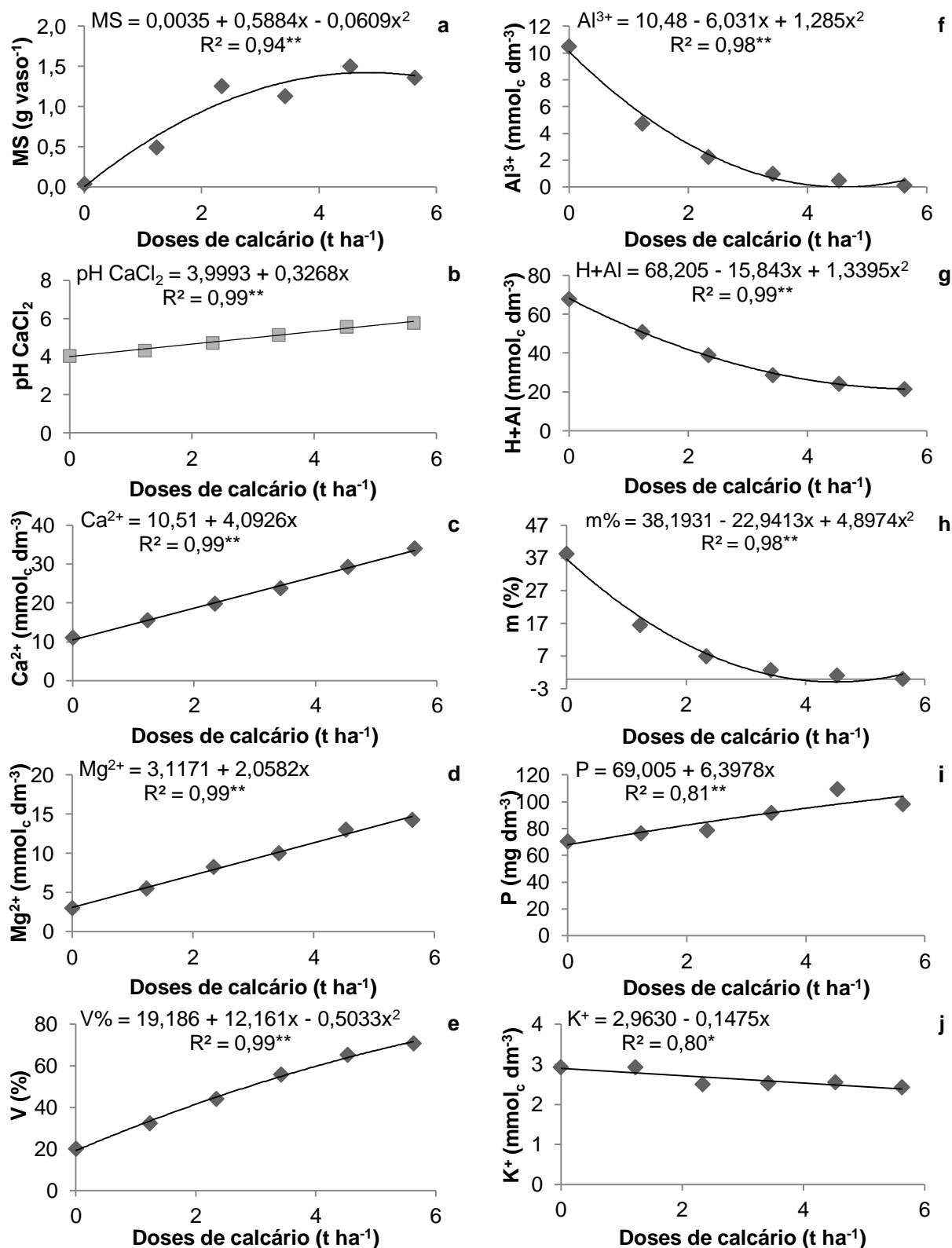


Figura 1 - Produção de matéria seca (MS) da alfafa (a), valores de pH em CaCl₂ (b), teores de cálcio (Ca²⁺) (c) e magnésio (Mg²⁺) (d), saturação por bases (V%) (e), teores de alumínio (Al³⁺) (f), H+Al (g), saturação por alumínio (m%) (h), teores de fósforo (P) (i) e potássio (K⁺) (j) no solo em função da aplicação de seis doses de calcário. *Dry matter production (MS) of alfalfa plants (a), pH values in CaCl₂ (b), calcium content (c), Mg content (d), bases saturation (V%) (e), aluminum content (Al³⁺) (f), H + Al (g), aluminum saturation (m%) (h), P content (P), and K content (K) (j) in a dystrophic red latosol as influenced by doses of lime.*

Conclusões

A calagem influenciou positivamente em todas as variáveis químicas do solo, e a dose de 4,83 t ha⁻¹ de calcário é adequada para a obtenção da produção máxima de matéria seca de 1,425 g vaso⁻¹.

Referências

- ANDREOTTI, M.; SOUZA, E. C. A.; CRUSCIOL, C. A. C. Componentes morfológicos e produção de matéria seca de milho em função da aplicação de calcário e zinco. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.58, n.2, p.321-327, 2001.
- BATAGLIA, O. C.; FURLANI, A. M. C.; TEIXEIRA, J. P. F.; FURLANI, P. R.; GALLO, J. R. **Método de análise química de plantas**. Campinas: Instituto Agronômico, 1983. 48p. (Boletim Técnico, 78).
- BOTREL, M. A.; FERREIRA, R. P.; ALVIM, M. J.; XAVIER, D. F. Cultivares de alfafa em área de influência da mata atlântica no estado de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.11, p.1437-1442, 2001.
- CAIRES, E. F. **Correção da acidez do solo em sistema de plantio direto**. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute – Brasil, 2013. 13 p. (Informações Agronômicas, 141).
- CAIRES, E. F.; BARTH, G.; GARBUIO, F. J.; KUSMAN, M. T. Correção da acidez do solo, crescimento radicular e nutrição do milho de acordo com a calagem na superfície em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.26, p.1011-1022, 2002.
- CRUZ, M. C. P.; FERREIRA, M. E.; LUCHETTA, S. Efeito da calagem sobre a produção de matéria seca de três gramíneas forrageiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.8, p.1303-1312, 1994.
- DUTRA, I. M. S.; SIEWERDT, L.; SIEWERDT, F.; SILVEIRA JUNIOR, P. Efeitos da adubação e da calagem na produção de matéria seca das alfafas crioula e huinca, em dois solos ácidos, no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.24, n.4, p.494-501, 1995.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.
- GOMES, F. T.; BORGES, A. C.; NEVES, J. C. L.; FONTES, P. C. R. Influência de doses de calcário com diferentes relações cálcio:magnésio na produção de matéria seca e na composição mineral da alfafa. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.12, p.1779-1786, 2002.
- 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, 1992.
- MOREIRA, A.; BERNARDI, A. C. C.; RASSINI, J. B.; FERREIRA, R. P.; OLIVEIRA, P. P. A. de. **Fertilidade do solo e estado nutricional da alfafa cultivada nos trópicos**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2007. 40p. (Documentos, 67).
- 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.
- MOREIRA, A.; CARVALHO, J. G.; MORAES, L. A. C.; SALVADOR, J. O. Efeito da relação cálcio e magnésio do corretivo sobre micronutrientes na alfafa. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.10, p.2051-2056, 2000.
- 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.407-411, 1996.
- PRADO, R. M. A calagem e as propriedades físicas de solos tropicais: revisão de literatura. **Revista Biociências**, Taubaté, v.9, n.3, p.7-16, 2003.
- PRADO, R. M.; BARION, R. D. Efeitos da calagem na nutrição e produção da massa seca do capim Tifton 85. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.39, n.3, p.218-224, 2009.
- RAIJ, B. van.; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agronômico, 2001. 285p.
- RAIJ, B. Van.; GUAGGIO, J. A.; CANTARELLA, H.; FERREIRA, M. E.; LOPES, A. S.; BATAGLIA, O. C. **Análise química do solo para fins de fertilidade**. Campinas, Fundação Cargill, 1987. 170p.
- RASSINI, J. B.; FERREIRA, R. P.; MOREIRA, A.; TUPY, O.; MENDONÇA, F. C.; BERNARDI, A. C. C. **Cultivo da alfafa**. 2.ed. Brasília: Embrapa Pecuária Sudeste, Sistema de Produção, 2007. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Alfafa/SistemaProducaoAlfafa_2ed/tratosculturaais.htm/>. Acesso em: 14 abr. 2014.
- SARMENTO, P.; CORSI, M.; CAMPOS, F. P. Resposta da alfafa a fontes de fósforo associadas ao gesso e à calagem. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.58, n.2, p.381-390, 2001.
- TISSI, J. A.; CAIRES, E. F.; PAULETTI, V. Efeitos da calagem em semeadura direta de milho. **Bragantia**, Campinas, v.63, n.3, p.405-413, 2004.
- VIANA, M. C. M.; PURCINO, H. M. A.; KONZEN, E. A.; BOTREL, M. A.; GIANASI, L.; MASCARENHA, M. H. T.; FREIRE, F. M. Avaliação de cultivares de alfafa nas condições de cerrado no estado de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.3, p.289-292, 2004.