



Calagem em cultivo de alfafa e seu efeito na produção e atributos químicos do solo

Alexson Filgueiras Dutra⁽¹⁾; Thais Ramos da Silva⁽²⁾; Anderson Fernando Wamser⁽²⁾; Ricardo de Lima Vasconcelos⁽²⁾; Hilário Júnior de Almeida⁽²⁾

⁽¹⁾ Doutorando em Agronomia (Ciência do Solo) pela Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP, email: alexsonbrejo@hotmail.com

⁽²⁾ Universidade Estadual Paulista, Departamento de Solos e Adubos, Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n, CEP 14884-900, Jaboticabal, SP. E-mail: trs_biologia@hotmail.com, afwamser@epagri.sc.gov.br, ricardo-matao-sp@hotmail.com

RESUMO: A acidez do solo é um dos principais fatores limitantes da produção e da sustentabilidade de forrageiras na maior parte do mundo. Assim, objetivou-se com esse trabalho avaliar a produção de alfafa e os atributos químicos do solo em função de doses de corretivo de acidez do solo. O experimento foi conduzido em casa de vegetação utilizando vasos preenchidos com um Latossolo Vermelho. Os tratamentos consistiram de cinco doses de corretivos de acidez para a obtenção dos índices de saturação por bases (V%) iguais a 50, 60, 70, 80 e 90%, utilizando-se delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições. Foram avaliados os atributos químicos do solo antes da semeadura e a produção de massa seca. A produção máxima de massa seca ($0,37 \text{ g planta}^{-1}$) foi obtida com a aplicação de $1,6 \text{ t ha}^{-1}$ de calcário. Os atributos químicos do solo para a máxima produção de massa seca de alfafa foram pH de 5,5, teores de Ca, Mg, H+Al e SB de 26,7, 8,9, 21,8 e $40,5 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$, respectivamente, e V% de 64,1%.

Termos de indexação: *Medicago sativa*, solos ácidos, forrageiras.

INTRODUÇÃO

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 alfafa (*Medicago sativa*, L.) é uma planta forrageira perene que exige boas condições de fertilidade do solo, tanto em relação à correção da acidez quanto à disponibilidade de nutrientes (Moreira et al., 1999). A produção de biomassa, tanto de sistema radicular como de parte aérea, é drasticamente reduzida com a presença de Al^{3+} na solução do solo (Baligar et al., 2001; Langer et al., 2009), assim como a nodulação através da bactéria específica da alfafa *Sinorhizobium meliloti* diminui

em solos com baixo pH e/ou com baixos teores de Ca (Delavechia et al., 2003). Ressalta-se que quando o solo apresenta saturação de Al acima de 15% e pH abaixo de 6,8, a alfafa tem seu desenvolvimento limitado (Moreira et al., 2007). Desta forma, a calagem é uma prática usual com grande impacto na produtividade e qualidade de forragem e na longevidade da cultura (Moreira et al., 2005).

Por ser uma prática agrícola recomendável, a calagem 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 do 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). Nesse sentido, objetivou-se avaliar a produção de alfafa e os atributos químicos do solo em função de doses de corretivo de acidez do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, localizada no município de Jaboticabal, SP, entre os meses de agosto e outubro de 2011. Utilizou-se um Latossolo Vermelho, coletado na camada de 0-20 cm, com as seguintes características, conforme análise realizada com base em Raj et al. (1987): pH em $\text{CaCl}_2 = 4,8$; P resina = 56 mg dm^{-3} ; $\text{K}^+ = 2,4 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{Ca}^{2+} = 17 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{Mg}^{2+} = 4 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; H+Al = $29 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; SB = $24 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; CTC = $52 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; V% = 45%.

Tratamentos e amostragens

Os tratamentos consistiram de cinco doses de corretivos de acidez para a obtenção dos índices de saturação por bases (V%) iguais a 50, 60, 70, 80 e 90%, utilizando-se delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições. Para obtenção desses valores de V% foram utilizados CaCO_3 p.a. e $4\text{MgCO}_3 \cdot \text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ p.a., mantendo a relação



Ca:Mg de 3:1, nas doses de 0,26, 0,77, 1,29, 1,81 e 2,32 t ha⁻¹.

As quantidades de corretivos de acidez, referentes a cada tratamento, foram misturadas em 3,2 dm³ de solo seco ao ar e transferidos para vasos de alumínio perfurados no fundo, com capacidade de 3,5 dm³. Posteriormente, adicionou-se água deionizada para elevar a capacidade de retenção de água do solo a 50%, ficando em 26,9 g de água/100 g de solo. Depois de umedecidos, os vasos foram cobertos com papel e incubados durante sete dias, repondo a água perdida a cada dois dias. Decorridos os sete dias, foi aplicado, em cada vaso, 100 mL de solução de nutrientes contendo 100 mg dm⁻³ de P, 126 mg dm⁻³ de K, 40 mg dm⁻³ de S, 0,5 mg dm⁻³ de B, 1,0 mg dm⁻³ de Cu, 3,0 mg dm⁻³ de Mn, 0,02 mg dm⁻³ de Mo e 2,0 mg dm⁻³ de Zn, permanecendo por mais sete dias incubados. A solução foi preparada a partir dos seguintes sais (p.a.): KH₂PO₄, H₃BO₃, CuSO₄.5H₂O, MnCl₂.4H₂O, ZnSO₄.7H₂O, (NH₄)₆Mo₇O₂₄.4H₂O e MgSO₄.7H₂O.

Após o período de incubação, uma amostra de solo de 0,2 dm³ em cada vaso foi retirada para a análise de rotina, conforme Raij et al. (1987). As sementes de alfafa, cultivar Crioula, antes de serem semeadas foram inoculadas com *Sinorhizobium meliloti*, na porção de 1 g de inoculante turfoso, 0,075 g de açúcar e 0,75 mL de água deionizada para 50 g de semente. Foram semeadas 20 sementes de alfafa distribuídas uniformemente em cada vaso através de um gabarito. O solo foi umedecido até atingir 50% da capacidade de retenção de água e os vasos permaneceram cobertos com papel por dois dias, por ocasião da emergência das primeiras plântulas.

Quinze dias após a emergência (DAE) foi realizado o desbaste deixando cinco plantas por vaso. Aos 28 DAE foi aplicada solução de 40 mg dm⁻³ de K, na forma de KCl. Aos 42 DAE, por ocasião do início do florescimento, as plantas foram colhidas, cortando-as na altura de 7,5 cm a partir da superfície do solo e colocadas para secar em estufa pra determinar a massa seca.

Análise estatística

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e, quando constatadas diferenças significativas entre os tratamentos, efetuou-se análise de regressão, sendo utilizado para a realização das análises o programa estatístico Sisvar 5.1 (Ferreira, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os atributos químicos do solo analisados, com exceção da matéria orgânica (MO) e do K, foram afetados significativamente pelas doses do corretivo de acidez, sendo constatado efeito linear crescente com o aumento da quantidade de corretivo aplicado (**Figura 1**). O acréscimo do pH, Ca, Mg, SB e V% com a calagem já era esperado, porém os valores de V% ficaram abaixo dos estabelecidos inicialmente para o experimento. Ressalta-se, entretanto, que a porcentagem de saturação por bases obtidas foram próximas ou superiores a 50%, condição em que não há mais a presença de Al trocável no solo (Raij, 2011). Assim, observa-se que os efeitos da elevação do V% acima de 50% podem ser atribuídos ao aumento do pH e dos teores de Ca e Mg no solo (**Figura 1d**).

A produção de massa seca da parte aérea de alfafa no primeiro corte aumentou de forma quadrática quando elevou as doses de calcário de 0,26 a 2,32 t ha⁻¹ (**Figura 2**). A máxima produção de massa seca (0,37 g planta⁻¹) foi obtida com a aplicação de 1,6 t ha⁻¹ de calcário. Este valor é menor que o recomendado para elevar a saturação de bases a 80% (Werner et al., 1997). Moreira & Fageria (2010) e Moreira et al. (2011) também observaram para o primeiro corte da alfafa menor necessidade de calagem em relação ao recomendado.

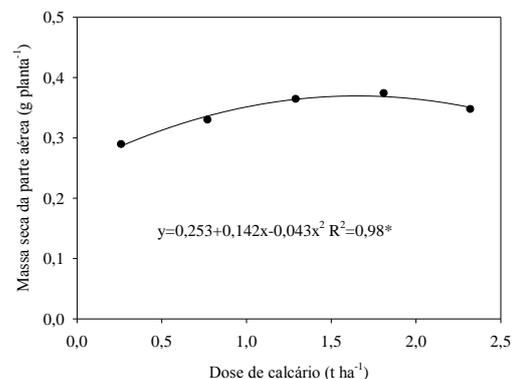


Figura 2. Massa seca da parte aérea de alfafa no primeiro corte em função de doses de calcário.

É importante destacar que em experimentos conduzidos em condições controladas, a eficiência da aplicação de calcário é maior devido à homogeneização mais eficiente do corretivo de acidez e a manutenção da umidade do solo em níveis adequados; em condições de campo o valor estabelecido pode não ser suficiente para maximizar o rendimento potencial (Moreira & Fageria, 2010; Moreira et al., 2011). Por outro lado, as respostas à calagem podem ser diferentes nos cortes subsequentes. Grewal & Williams (2003), avaliando o efeito da calagem em seis cortes de alfafa,



observaram maiores respostas a calagem a partir do segundo corte.

Na **tabela 1** são apresentados os modelos de regressão indicando o efeito dos atributos químicos do solo analisados sobre a produção de massa seca da alfafa no primeiro corte. Moreira & Fageria (2010), trabalhando com um Neossolo Quartzarênico, estimaram pH de 5,4 e V% de 62,5% para a máxima produção de alfafa no primeiro corte, valores estes muito próximos dos obtidos nesse trabalho. Apesar dos resultados indicarem uma menor exigência de V% para a produção da alfafa no primeiro corte, a avaliação de cortes subsequentes é importante para ratificar esta afirmação. Neste sentido, Grewal & Williams (2003) e Moreira et al. (2011) observaram maior resposta a calagem no segundo corte da alfafa enquanto que Moreira & Fageria (2010) encontraram menor exigência.

CONCLUSÕES

A máxima produção de massa seca (0,37 g planta⁻¹) foi obtida com a aplicação de 1,6 t ha⁻¹ de calcário.

Os atributos químicos do solo para a máxima produção de massa seca de alfafa foram pH de 5,5, teores de Ca, Mg, H+Al e SB de 26,7, 8,9, 21,8 e 40,5 mmolc dm⁻³, respectivamente, e V% de 64,1%.

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*, 58:321-327, 2001.

BALIGAR, V. C.; GRUNES, D. L.; BELESKY, D. P.; CLARK, R. B. Mineral composition of forage legumes as influenced by aluminum. *Journal of Plant Nutrition*, 24:215-227, 2001.

CAIRES, E. F. Correção da acidez do solo em sistema de plantio direto. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute – Brasil, 2013. 13 p. (Informações Agrônômicas, 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*, 26:1011-1022, 2002.

DELAVECHIA, C.; HAMPP, E.; FABRA, A.; CASTRO, S. Influence of pH and calcium on the growth, polysaccharide production and symbiotic association of *Sinorhizobium meliloti* SEMIA 116 with alfalfa roots. *Biology and Fertility of Soils*, 38:110-114, 2003.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. *Revista Symposium*, 6:36-41, 2008.

GREWAL, H.S. & WILLIAMS, R. Liming and cultivars affect root growth, nodulation, leaf to stem ratio, herbage yield, and elemental composition of alfalfa on an acid soil. *Journal of Plant Nutrition*, 26:1683-1696, 2003.

LANGER, H.; CEA, M.; CURAQUEO, G.; BORIE, F. Influence of aluminum on the growth and organic acid exudation in alfalfa cultivars grown in nutrient solution. *Journal of Plant Nutrition*, 32:618-628, 2009.

MOREIRA, A.; BERNARDI, A. C. C.; RASSINI, J. B.; FERREIRA, R. P.; OLIVEIRA, P. P. A. 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*, 43:249-255, 1999.

MOREIRA, A.; CARVALHO, J. G.; EVANGELISTA, A. R. Relação cálcio e magnésio na fertilidade de um latossolo vermelho escuro distrófico cultivado com alfafa. *Ciência e Agrotecnologia*, 29:786-794, 2005.

MOREIRA, A. & FAGERIA, N. K. Liming influence on soil chemical properties, nutritional status and yield of alfalfa grown in acid soil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 34:1231-1239, 2010.

MOREIRA, A.; FAGERIA, N. K.; GARCIA-Y-GARCIA, A. Effect of liming on the nutritional conditions and yield of alfalfa grown in tropical conditions. *Journal of Plant Nutrition*, 34:1107-1119, 2011.

RAIJ, B. Fertilidade do solo e manejo de nutrientes. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 2011. 420p.

RAIJ, B.; QUAGGIO, 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.

WERNER, J.C.; PAULINO, V.T.; CANTARELLA, H.; ANDRADE, N.O.; QUAGGIO, J.A. Forrageiras. In: RAIJ, B. ; CANTARELLA, H. ; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (Ed.). *Recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. Campinas: IAC, 1997, p.245-258. (Boletim Técnico, 100).

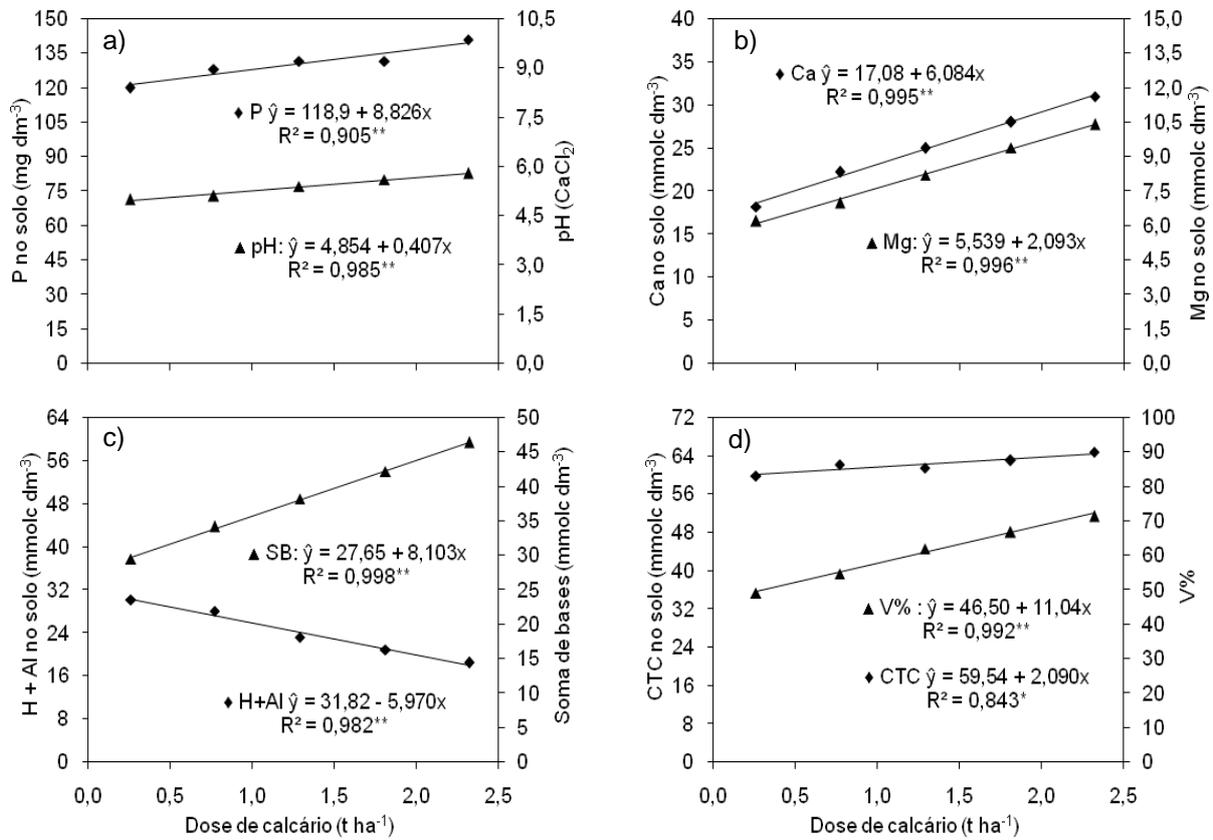


Figura 1. Influência de doses de calcário sobre os atributos químicos do solo antes da semeadura da alfafa.

Tabela 2. Relação entre os atributos químicos do solo antes da semeadura e a produção de massa seca da parte aérea da alfafa no primeiro corte.

Atributo químico do solo	Equação de regressão	R ²	Valor para a máxima produção
pH CaCl ₂	$y = -5,707 + 2,186x - 0,1968x^2$	0,37*	5,5
Ca (mmolc dm ⁻³)	$y = -0,448 + 0,061x - 0,0011x^2$	0,54*	26,7
Mg (mmolc dm ⁻³)	$y = -0,314 + 0,152x - 0,0085x^2$	0,39*	8,9
H+Al (mmolc dm ⁻³)	$y = -0,119 + 0,044x - 0,0010x^2$	0,44*	21,8
SB (mmolc dm ⁻³)	$y = -0,770 + 0,056x - 0,0007x^2$	0,54*	40,5
V (%)	$y = -1,060 + 0,045x - 0,0003x^2$	0,49*	64,1

* significativo a 5% de probabilidade.