

Teores de potássio no solo e produção de matéria seca alfafa em função de doses e frequência da adubação potássica após dois anos de cultivo

ALBERTO CARLOS DE CAMPOS BERNARDI⁽¹⁾ & JOAQUIM BARTOLOMEU RASSINI⁽¹⁾

RESUMO - Na produção de alfafa para corte o potássio é um dos nutrientes exportados em maior quantidade. O objetivo deste trabalho foi avaliar as doses e frequências de aplicação do fertilizante potássico sobre a produção de matéria seca e os teores de K no solo. O delineamento experimental adotado foi em blocos ao acaso em esquema fatorial 4 X 4, com 3 repetições. Os tratamentos foram 4 doses de potássio em cobertura (0, 600, 1200 e 1800 kg ha⁻¹ K₂O por ano) e 4 frequências de aplicação após os cortes (F12 = após cada corte; F6 = após dois cortes; F4 = após três cortes; e F2 = duas aplicações por ano). O experimento foi conduzido por 2 anos. Os resultados indicaram que o uso de 1423 kg ha⁻¹ de K₂O por ano aplicado depois de 2 cortes (6 aplicações por ano) aumentou a produção de matéria seca até 30,5 t ha⁻¹. Ao final do experimento, o K trocável no solo aumentou com as doses de K₂O e as diferenças foram observadas até os 60 cm de profundidade. A maior produtividade foi obtida com o teor de 3,4 mmol_c dm⁻³ de K trocável e 4,8% de K na CTC na camada de 0-20 cm.

Palavras-Chave: (*Medicago sativa*, análise de solo)

Introdução

Na produção de alfafa para corte é necessária especial atenção à adubação potássica [1], pois é um dos nutrientes extraídos do solo em maiores quantidades através da forragem colhida [2, 3]. Lloveras et al. [4] verificaram extrações de 1500 a 1700 kg ha⁻¹ (com produtividade de 21,5 t ha⁻¹ de MS) em solo de alta fertilidade.

O K é absorvido pelas plantas predominantemente na forma iônica. A absorção do nutriente depende principalmente do processo de difusão, dentro da solução do solo e, em proporção menor, de fluxo de massa. Os sais de K apresentam em geral alta solubilidade, podendo atingir concentrações bastante elevadas na solução do solo, o que permite também ocorrer, esgotamento por lixiviação e excesso de absorção pelas plantas [5].

O macronutriente K é essencial no processo fotossintético, e quando deficiente, a fotossíntese diminui e a respiração aumenta, condições que reduzem o suprimento de carboidratos para as plantas impedindo inclusive a incorporação eficiente do N [3]. Por isso, em quantidades adequadas, o K aumenta a persistência e a longevidade do alfafal [2, 6].

O manejo da adubação, com relação às doses e época de aplicação deve ser considerado, devido ao alto potencial de perdas por lixiviação que a maioria dos solos tropicais podem apresentar devido a baixa CTC. A quantidade de fertilizante potássico a ser fornecido é função da fertilidade do solo, da eficiência do adubo e de suas reações no solo, das necessidades das plantas e de seu potencial de produção, do tipo de exploração e de fatores de ordem econômica [5]. A prática da adubação deve atender às necessidades da alfafa e, também garantir aumentos econômicos da produtividade [2, 3]. Além disso, manter o solo com teores do nutriente de médios (1,5 a 3,0 mmol_c dm⁻³) a altos (3,1 a 6,0 mmol_c dm⁻³) [7].

O objetivo deste trabalho foi avaliar as doses e frequências de aplicação do fertilizante potássico sobre a produção de matéria seca da alfafa e os teores de K no solo.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido por dois anos (2005-2006 e 2006-2007) na Embrapa Pecuária Sudeste, em São Carlos, SP (22°01'S e 47°54'W; 856 m acima do nível do mar). O clima da região é tropical de altitude, Cwa (classificação de Köppen) com 1502 mm de precipitação pluvial anual, e temperaturas médias mínimas e máximas de 16,3°C (julho) e 23°C (fevereiro), respectivamente. O solo utilizado foi um Latossolo Vermelho Distrófico típico (LVAd), textura média. As características químicas do solo, nas camadas de 0-20, 20-40 e 40-60 cm, antes do início do experimento, foram respectivamente: pH_{CaCl2} = 5,9; 5,3 e 5,1; M.O. = 21; 11 e 10 g dm⁻³; P_{resina} = 42, 10 e 3 mg dm⁻³; K = 1,3; 0,9 e 0,5 mmol_c dm⁻³; Ca = 29, 14 e 11 mmol_c dm⁻³; Mg = 13, 5 e 2 mmol_c dm⁻³; CTC = 69, 50 e 48 mmol_c dm⁻³; e V = 63, 39 e 28%; e as características físicas: areia = 730, 710 e 689 g kg⁻¹; argila = 253, 273 e 302 g kg⁻¹; e silte = 17, 17 e 9 g kg⁻¹.

A alfafa (*Medicago sativa*) cv. Crioula foi semeada em maio de 2005 com densidade de plantio de 20 kg ha⁻¹ e as sementes foram inoculadas com estirpes de *Sinorhizobium meliloti*. A saturação por bases foi elevada para 80% e foram aplicados 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅, na forma de superfosfato simples (18% P₂O₅) e 30 kg de FTE BR-12 (1,8% de B; 0,8% de Cu; 3% de Fe; 2% de Mn; 0,1% Mo; 9% Zn). A correção do solo e adubações com P e micronutrientes foi repetida sempre que as análises de solo indicavam a necessidade. Em novembro de 2005 foram iniciados os tratamentos nas parcelas experimentais composta por 8 linhas de 2 m de comprimento, espaçadas em 20 cm, sendo a área total de 3,2 m².

A irrigação foi realizada por aspersão através de

⁽¹⁾ Pesquisador, Embrapa Pecuária Sudeste. C.P. 339, São Carlos, SP, CEP 13561-970. E-mail: alberto@cnpse.embrapa.br.
Apoio financeiro: International Potash Institute - IPI.

sistema autopropulsor de movimentação circular - pivô central, e o manejo da água (frequência e lamina de irrigação) foi estabelecida com base no balanço entre a demanda climática e as condições edáficas do local.

O delineamento experimental adotado foi em blocos ao acaso em esquema fatorial 4 X 4, com 3 repetições. Os tratamentos foram 4 doses de potássio em cobertura (0, 600, 1.200 e 1.800 kg ha⁻¹ K₂O por ano) e 4 frequências de aplicação após os cortes (F12 = após cada corte; F6 = após dois cortes; F4 = após três cortes; e F2 = duas aplicações por ano, sendo uma na época do inverno e outra no verão). A fonte de potássio utilizada foi o KCl (60% K₂O). As quantidades de fertilizante potássico aplicado foi sempre a mesma, independente da frequência, de modo que as quantidades totais fornecidas em 1 ano de experimento foram 600, 1200 e 1800 kg ha⁻¹ K₂O.

A produtividade da alfafa foi avaliada periodicamente, pela produção de biomassa fresca, amostrada na área útil das parcelas, quando a cultura apresentava 10% de florescimento. Vinte e quatro cortes foram avaliados, sendo o primeiro em dezembro de 2005 e o último em dezembro de 2007. Nesta data também foram coletadas amostras de solo nas parcelas nas profundidades de 0-20, 20-40 e 40-60 cm.

Amostras do material colhido foram levados à estufa com circulação forçada de ar a 70°C, até peso constante, para determinação da matéria seca. Foram determinados os teores de K trocável nas amostras de solo. Após análise de variância, foram ajustadas superfícies de resposta e equações de regressão para a produção de matéria seca e teores de K no solo em função das doses e épocas de aplicação de potássio.

Resultados

A Figura 1 representa a média de produção de matéria seca da alfafa em função das doses e frequências de aplicação de K nos dois anos de experimento. Os resultados obtidos indicaram respostas quadráticas com a produção máxima de 30,5 t ha⁻¹ de MS obtida com a dose de 1.423 kg ha⁻¹ de K₂O por ano aplicados na frequência de 7,5 vezes, ou seja aproximadamente após cada dois cortes. A produção máxima obtida com esse tratamento foi aproximadamente de 54% maior que o tratamento testemunha (sem adubação potássica) na média dos 2 anos de cultivo.

Os resultados de K trocável no solo e % de K na CTC, após 2 anos de experimento (24 cortes) indicam que não houve efeito significativo da frequência de aplicação de fertilizante potássico (Figura 2). Porém as doses mais elevadas do fertilizante aumentaram linearmente os teores (A) e a % do nutriente na CTC (B) tanto em superfície, como nas camadas mais profundas. As doses de 1320, 1341 e 1678 kg ha⁻¹ de K₂O por ano elevaram os teores de K⁺ na camadas de 0-20, 20-40 e 40-60 cm acima de 3,1 mmol_c dm⁻³, considerados altos por Raij et al. [7]. Além disso confirma que, sem uma adequada reposição do nutriente (testemunha), houve intensa redução do K

trocável, observada pelos teores menores que 1,0 mmol_c dm⁻³. Considerado baixos a muito baixos [7].

Por outro lado, considerando que este solo apresentava baixa CTC e nas maiores doses utilizadas, provavelmente houve movimentação do cátion no perfil, uma vez que teores considerados altos (> 3,1 mmol_c dm⁻³) foram observados nas profundidades de 20-40 cm e 40-60 cm.

A produção de matéria seca (kg ha⁻¹) da alfafa foi influenciada pelos teores de K trocável no solo e % de K na CTC do solo (Figura 3). As equações ajustadas para estes 2 fatores, nas 3 profundidades estudadas, indicaram que a camada superficial (0-20 cm) apresentou os melhores ajustes com coeficientes de determinação de 75,4 e 73,2%.

Nas profundidades estudadas (0-20, 20-40 e 40-60 cm), e considerando-se a máxima produtividade média calculada de 30,5 t ha⁻¹ de MS, os valores de K⁺ no solo seriam de 3,4; 1,9 e 1,6 mmol_c dm⁻³ (Figura 3A). Destaca-se que o valor observado na camada superficial é classificados como alto [7]. Já a % de K na CTC do solo nas mesmas profundidades indicou valores de 4,8; 3,9 e 3,0% (Figura 3B).

Discussão

Os resultados de produção de matéria seca da alfafa confirmam os obtidos anteriormente por Rassini & Freitas [1] e Smith [2], que também observaram aumentos na produção com os aumentos na doses de K. No entanto, os aumentos observados nesse estudo são maiores que os relatados por Lloveras et al. [4] e Kafkafi et al. [8].

Rando [9] trabalhando no Norte do Paraná com adubação potássica da cultivar Crioula, em Latossolo Roxo eutrófico, incrementou a produção de matéria seca em todos os oito cortes realizados. As aplicações de 150, 300 e 600 kg ha⁻¹ de K₂O resultaram em aumentos de 22%, 41% e 45%, respectivamente, no rendimento de matéria seca. A maior produção estimada na soma dos oito cortes foi alcançada com aplicação de 500 kg ha⁻¹ de K₂O. No mesmo trabalho o autor estipulou que para se obter 90% da produção máxima, a alfafa exigiria 132 kg ha⁻¹ de K₂O no primeiro corte, enquanto na soma do primeiro e do segundo, a exigência foi de 217 kg ha⁻¹ de K₂O.

A lixiviação de K no solo depende da concentração de K na solução do solo, quantidade de água movimentando-se no perfil e capacidade do solo em reter cátions [5]. Apesar da baixa capacidade de retenção do solo utilizado no experimento, os resultados indicaram que a adubação potássica poderá ser feita após cada 2 cortes. Já em condições de clima temperado, o parcelamento do K somente será eficiente se as quantidades a aplicar forem maiores que 446 kg ha⁻¹ de K₂O [3].

Apesar da possibilidade da alfafa apresentar um sistema radicular profundo, quando há adequada umidade do solo, Peterson et al. [10] mostraram que a cultura absorve K preferencialmente das camadas superficiais quando compararam horizontes Ap com outros mais profundos. Dessa forma pode-se explicar o melhor ajuste da equação de regressão relacionando a produção de matéria seca da parte aérea com os teores de K trocável na camada de 0-20 cm.

Rassini & Freitas [1] aplicaram 100 kg ha⁻¹ de K₂O por corte, e após 8 cortes, os níveis no solo alcançaram valores da ordem de 5,3 mmol_c dm⁻³.

Os resultados obtidos concordam com um levantamento realizado no EUA, sobre as necessidades de adubação da alfafa por especialistas em manejo de forragens indicou que raramente deve-se aplicar fertilizante potássico, quando o K⁺ no solo for mais alto que 300 kg ha⁻¹ ou aproximadamente 3,8 mmol_c dm⁻³ (150 mg kg⁻¹) na camada superficial do solo [3].

Conclusões

O uso de 1.423 kg ha⁻¹ de K₂O por ano aplicado depois de 2 cortes (6 aplicações por ano) aumentou a produção de matéria seca até 30,5 t ha⁻¹. Ao final do experimento, o K trocável no solo aumentou com as doses de K₂O e as diferenças foram observadas até os 60 cm de profundidade. A maior produtividade foi obtida com o teor de 3,4 mmol_c dm⁻³ de K trocável e 4,8% de K na CTC na camada de 0-20 cm.

Agradecimentos

Ao *International Potash Institute* - IPI pelo financiamento deste trabalho de pesquisa e em particular ao Dr. Alexey Naumov, coordenador do IPI na América Latina.

Referências

- [1] RASSINI, J.B. & FREITAS, A.R. 1998. Desenvolvimento da alfafa (*Medicago sativa*) sob

- diferentes doses de adubação potássica. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 27:487-490.
- [2] SMITH, D. 1975. Effects of potassium topdressing a low fertility silt loam soil on alfalfa herbage yields and composition and on soil K. *Agronomy Journal*, 67:60-64.
- [3] LANYON, L.E. & GRIFFITH, W.K. 1988. Nutrition and fertilizer use. In: HANSON, A.A.; BARNES, D.K. & HILL JUNIOR, R.R. (Eds.) *Alfalfa and alfalfa improvement*. Madison: Agronomy American Society. p.333-372.
- [4] LLOVERAS, J.; FERRAN, J.; BOIXADERA, J. & BONET, J. 2001. Potassium Fertilization Effects on alfalfa in a Mediterranean climate. *Agronomy Journal*, 93:139-143.
- [5] HAVLIN, J.; BEATON, J.D.; TISDALE, S.L. & NELSON, W.L. 1999. *Soil fertility and fertilizers: an introduction nutrient management*. Upper Saddle River: Prentice Hall. 499p.
- [6] BERG, W.K.; CUNNINGHAM, S.M.; BROUDER, S.M.; JOERN, B.C.; JOHNSON, K.D.; SANTINI, J. & VOLENEC, J.J. 2005. Influence of phosphorus and potassium on alfalfa yield and yield components. *Crop Science*, 45:297-304.
- [7] RAIJ, B. van; QUAGGIO, J. A.; CANTARELLA, H. & ABREU, C. A. 1997. Interpretação de resultados de análise de solo. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. & FURLANI, A.M.C. (eds.). *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônomo/ FUNDAG. p. 1-13. (Boletim técnico, 100)
- [8] KAFKAFI, U.; GILAT, R. & YOLES, D. 1977 Studies on fertilization of field-grown irrigated alfalfa. *Plant Soil*, 46:165-173.
- [9] RANDO, E. M. & SILVEIRA, R. I. 1995 Desenvolvimento da alfafa em diferentes níveis de acidez, potássio e enxofre no solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 19: 235-242.
- [10] PETERSON, L.A.; SMITH, D. & KRUEGER, A. 1983. Quantitative recovery by alfalfa with time of K placed at different soil depths for two soil types. *Agronomy Journal*, 75:25-30.

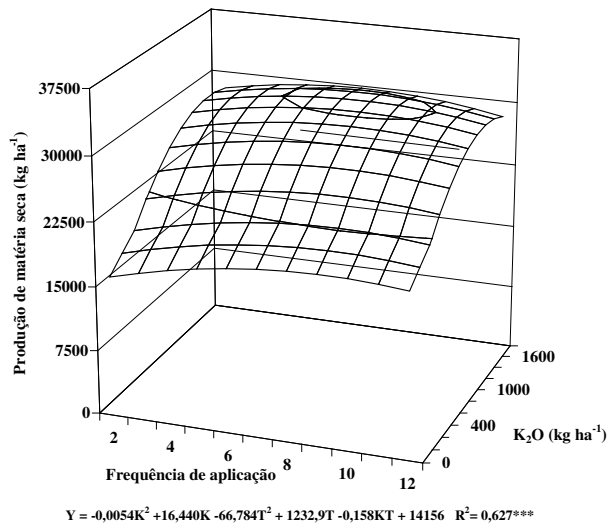


Figura 1. Produção de matéria seca (kg ha^{-1}) da alfafa cv. Crioula em função das doses e frequências de aplicação de fertilizante potássico. Média de 2 anos de cultivo.

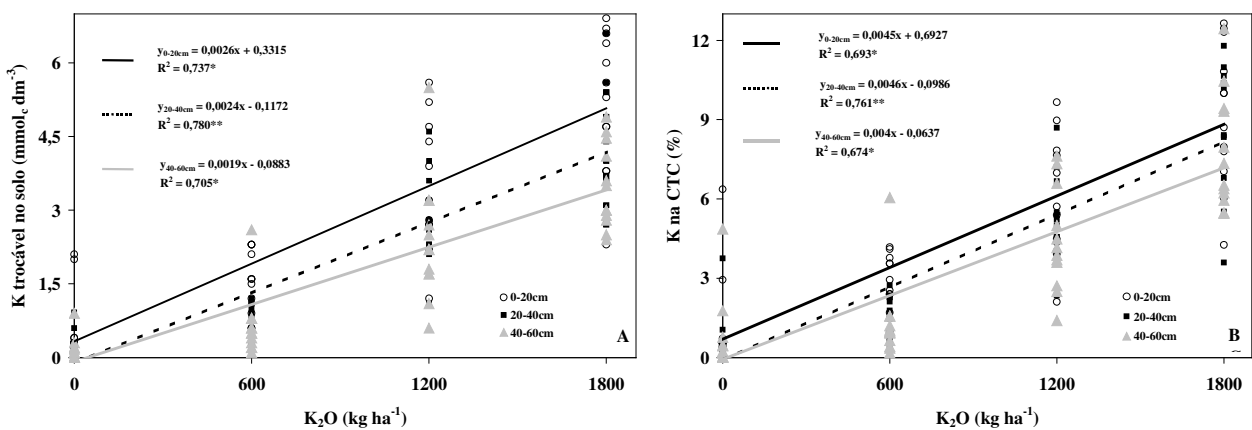


Figura 2. Teores de K trocável no solo (A) e % de K na CTC do solo (B) em função das doses de fertilizante potássico após 2 anos de cultivo da alfafa cv. Crioula.

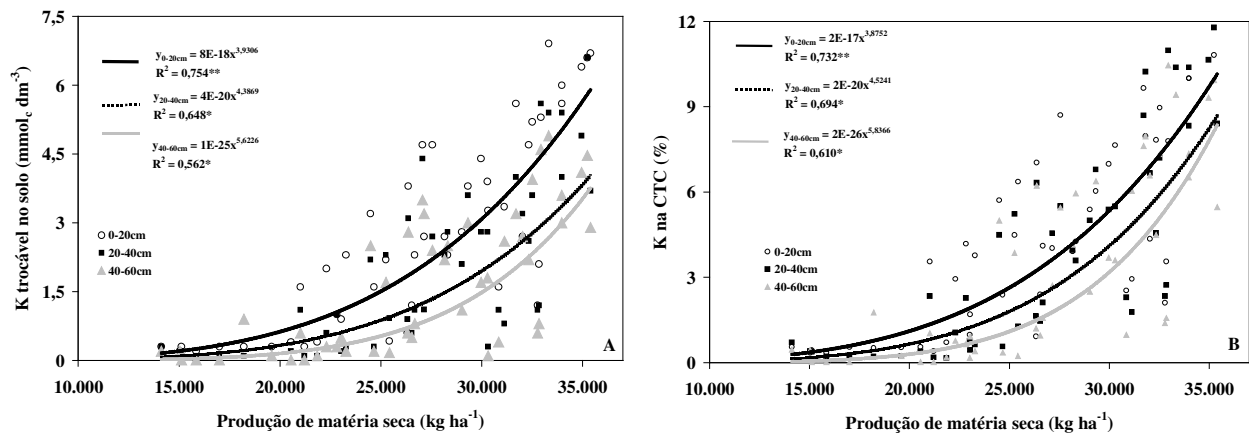


Figura 3. Produção de matéria seca (kg ha^{-1}) da alfafa cv. Crioula em função dos teores de K trocável no solo (A) e % de K na CTC (B) após 2 anos de cultivo.