



# XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

Solos nos biomas brasileiros: sustentabilidade e mudanças climáticas  
31 de julho à 05 de agosto - Center Convention - Uberlândia/Minas Gerais

## PRODUÇÃO DE DUAS CULTIVARES DE ALFAFA EM FUNÇÃO DA CALAGEM E ADUBAÇÃO COM FÓSFORO E POTÁSSIO

**Rodrigo D. Cardoso<sup>(1)</sup>; Reinaldo P. Ferreira<sup>(2,3)</sup>; Alberto C. de Campos Bernardi<sup>(2,3)</sup>**

<sup>(1)</sup> Estudante de Agronomia, UNICASTELO, Descalvado, SP. E-mail: r.donizeti@bol.com.br; <sup>(2)</sup> Pesquisador – Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos, SP Cx.P. 339 CEP: 13560-970. <sup>(3)</sup> Bolsista do CNPq.

**Resumo** – A alfafa é uma planta extremamente exigente em fertilidade, e os desbalanços na correção do solo e adubação podem levar à perda de vigor do alfafal. As diferenças entre o desempenho agrônômico e exigências nutricionais de cultivares ainda é pouco conhecido. O objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos da calagem e adubação com P e K sobre a produção de dois genótipos de alfafa. As cultivares Crioula e LEN4 de alfafa foram cultivadas em vasos foram colhidas periodicamente quando a cultura apresentava 10% de florescimento. Foram realizados seis cortes. Os tratamentos consistiram em dois genótipos de alfafa (Crioula e LE N 4), cinco níveis de P (0, 0,3, 0,9, 1,6, 3,2 g por vaso) e K (0, 0,47, 0,94, 1,91, 3,78 g por vaso) e duas saturações por bases (V = 60 e 80%), combinadas em um fatorial fracionado 2x2x5x5. Adubação fosfatada foi aplicada na semeadura de alfafa e o fertilizante potássico parcelado após os cortes da alfafa. O número de hastes e altura da planta foi alterado pela adubação P. Os genótipos diferiram no rendimento de matéria seca e área foliar, e os melhores resultados foram obtidos com P e K em níveis mais elevados de saturação de base. A cv. Crioula foi a mais produtiva em V = 80%. A cv. LEN4 precisou de menos fertilizante potássico para as maiores produções e apresentou menor diminuição da produção em V = 60%.

**Palavras-Chave:** *Medicago sativa*, cv. Crioula, cv. LEN4, matéria seca, área foliar.

### INTRODUÇÃO

A alfafa é uma planta muito sensível à acidez do solo, por isso a calagem exerce vários efeitos benéficos na cultura da alfafa, como eliminar ou diminuir significativamente a acidez do solo, reduzir a toxicidade de alumínio e manganês, aumentar a disponibilidade de nutrientes, favorecer a mineralização da matéria orgânica (fonte de N, P, S, B e de outros elementos), aumentar a eficiência da fixação simbiótica do N, fornecer Ca e Mg, melhorar a eficiência de uso dos adubos potássicos e, principalmente, dos fosfatados, além de melhorar a atividade microbiana do solo (Havlin et al., 1999; Moreira et al., 2008). O fósforo é um dos nutrientes que tem apresentado as maiores e as mais freqüentes repostas quando aplicado à cultura da alfafa. De acordo com Sarmiento et al. (2001), em consequência

do baixo nível de P nos solos, a longevidade da cultura e a produção são diretamente dependentes da adubação fosfatada para o estabelecimento e para a manutenção do estande.

Na produção de alfafa também é necessária especial atenção à adubação potássica (Rassini e Freitas, 1998), pois é um dos nutrientes extraídos do solo em maiores quantidades através da forragem colhida (Smith, 1975; Lanyon e Griffith, 1988). Lloveras et al. (2001) verificaram extrações de 1500 a 1700 kg ha<sup>-1</sup> (com produtividade de 21,5 t ha<sup>-1</sup> de MS) em solo de alta fertilidade. 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 (Havlin et al., 1999). 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 (Lanyon & Griffith, 1988). Por isso, em quantidades adequadas, o K aumenta a persistência e a longevidade do alfafal (Smith, 1975; Berg, et al., 2005).

Devido às altas exigências da alfafa, desbalanços na correção do solo e adubação podem levar à perda de vigor do alfafal. Apesar do potencial desta forrageira para o sistema de produção pecuária, pouco se sabe no Brasil sobre o desempenho agrônômico das cultivares e as suas necessidades nutricionais.

O objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos da calagem e adubação com P e K sobre a produção de duas cultivares de alfafa.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Embrapa Pecuária Sudeste em São Carlos – SP. Foram utilizadas duas cultivares alfafa (*Medicago sativa* L.) cv. Crioula e LEN4. As forrageiras foram semeadas em vasos com 3 kg de terra em um Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico, textura média. As características químicas do solo, na camada de 0-20 cm, antes do início do experimento, foram respectivamente: pH<sub>CaCl2</sub> = 4,0; M.O. = 17 g dm<sup>-3</sup>; P<sub>resina</sub> = 4 mg dm<sup>-3</sup>; K = 1,7 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Ca = 11 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg = 4 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; H+Al = 38 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Al<sup>3+</sup> = 4 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; CTC = 55 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; V = 30%; B = 0,18 mg dm<sup>-3</sup>; Cu = 0,8 mg dm<sup>-3</sup>; Fe = 40 mg dm<sup>-3</sup>; Mn = 4,2 mg dm<sup>-3</sup>; Zn = 0,4 mg dm<sup>-3</sup> e as características físicas: areia = 710 g kg<sup>-1</sup>; argila = 242 g kg<sup>-1</sup>; e silte = 481 g kg<sup>-1</sup>.

### **Tratamentos e amostragens**

As doses de calcário foram calculadas com base nos resultados da análise de solo para atingir as saturações por base de 60 e 80% e foram aplicados 30 dias antes do plantio, com a manutenção dos vasos úmidos na capacidade de campo. Os micronutrientes foram fornecidos na dose equivalente a 50 kg ha<sup>-1</sup> do produto FTE-BR12 no plantio. No plantio as sementes foram inoculadas com *Rhizobium melilot*.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado fatorial fracionado 2x2x5x5, de acordo com o apresentado por Littell & Mott (1975). Segundo esse esquema, foram obtidas 13 combinações entre as doses de fósforo e potássio: P0K0, P0K2, P0K4, P1K1, P1K3, P2K0, P2K2, P2K4, P3K1, P3K3, P4K0, P4K2, P4K4. Foram utilizadas as doses de P (0, 0.3, 0.9, 1.6, 3.2 g por vaso) e K (0, 0.47, 0.94, 1.91, 3.78 g por vaso). As doses de K<sub>2</sub>O foram parceladas e aplicadas após cada corte e foram equivalentes à: testemunha, 50, 100, 150 e 200 kg ha<sup>-1</sup> por corte, ou 0, 300, 600, 900 e 1.200 kg ha<sup>-1</sup>. As doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> foram: testemunha, 100, 300, 500 e 1.000 kg ha<sup>-1</sup> aplicadas em uma única vez no plantio. As fontes utilizadas foram superfosfato triplo (48% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e KCl (60% K<sub>2</sub>O).

As avaliações foram realizadas quando as plantas apresentavam 10% de floração. O primeiro corte foi realizado após 50 dias após o plantio e, os seguintes (2º. a 6º. cortes), em média a cada 30 dias. Na colheita as plantas foram cortadas a uma altura de 10 cm do solo e a parte aérea removida. Foram feitas avaliações da altura das plantas por medição direta (cm) e número de hastes por contagem.

Com o material ainda verde foram separadas as hastes e folhas. As folhas foram levadas a um integrador de área foliar da marca LI-COR (Licor 3100, 1996) para a estimativa da área foliar (cm<sup>2</sup>). Em seguida todo o material foi levado para estufa de circulação forçada de ar a 55°C por aproximadamente 72 horas até atingir peso constante. Foram estabelecidas as produções de matéria seca das hastes e das folhas, e em seguida calculada a matéria seca total pela soma das pesagens das frações.

### **Análise estatística**

Os dados de produção de matéria seca da parte aérea, área foliar, altura de plantas e número de hastes foram submetidos à análise de variância, sendo o teste F utilizado para determinar as diferenças significativas entre os tratamentos e as interações. Quando houve diferenças significativas pelo teste F foram ajustadas superfícies de resposta ou regressões polinomiais (Tabela 1).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

O número de hastes e altura da planta foi alterado pela adubação com P, e a Figura 1 ilustra este feito. As maiores alturas de plantas e número de hastes foram obtidas, respectivamente, nas doses de 675 e 733 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 700 e 1000 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> para as cultivares Crioula e LE N 4. O número de hastes é importante, pois é um indicativo da capacidade de interceptação luminosa pela alfafa e, possivelmente,

um indicativo da maior atividade fotossintética e produtividade.

Os genótipos diferiram no rendimento de matéria seca e área foliar, e os melhores resultados foram obtidos com P e K em níveis mais elevados de saturação de base. A Figura 2 mostra a produção de matéria de seca da parte aérea da alfafa em função das doses de P e K nas saturações por base (V) de 60 e 80%.

A cv. Crioula foi a mais produtiva em V = 80%. As doses que proporcionaram as produções máximas estimadas de matéria seca da parte aérea da cultivar (Figura 2) foram obtidas com as doses máximas utilizadas de K<sub>2</sub>O, equivalentes a 1.200 kg ha<sup>-1</sup>. Já as doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> de melhor resposta para esta cultivar foram 650 e 790 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, para as saturações de 60 e 80%. A cv. LE N 4 precisou de menos fertilizante potássico para as maiores produções e apresentou menor diminuição da produção em V = 60%. Para essa cultivar as maiores produtividades foram obtidas com 750 e 733 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O na V = 60% e 650 e 490 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O na V = 80%.

A determinação da área foliar é importante, porque as folhas são as principais responsáveis pela captação da energia solar e pela produção de material orgânico por meio da fotossíntese. A área foliar da alfafa variou de forma quadrática ao fornecimento de P (Figura 3) em ambas cultivares e de forma quadrática e linear ao fornecimento de K, respectivamente para LE N 4 e Crioula. As maiores medidas estimadas foram obtidas com as doses de 600 e 760 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> nas V de 60 e 80%, respectivamente para a Crioula e de 730 e 690 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> para a LE N 4. No caso do K, as doses foram máximas para a Crioula e de 545 e 520 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O nas V de 60 e 80% para a LE N 4.

Estes resultados confirmam o efeito benéfico da calagem na melhoria da eficiência do uso de fertilizante potássico (Havlin et al., 1999; Moreira et al., 2008). O efeito favorável da adição de P na produção de alfafa foi também observado por Sarmiento et al. (2001) e Moreira & Malavolta (2001). Os resultados também confirmam os obtidos anteriormente por Rassini & Freitas (1998) e Smith (1975), que também observaram aumentos na produção com os aumentos nas doses de K. No entanto, os aumentos observados nesse estudo são maiores que os relatados por Lloveras et al. (2001) e Kafkafi et al. (1977). Os efeitos positivos da calagem também eram esperados, uma vez que a entre as leguminosas, a alfafa é a mais exigente em pH do solo sendo sua faixa ótima de 6,5 a 7,5 (Honda & Honda, 1990).

## **CONCLUSÕES**

1. O número de hastes e altura da planta foi alterado pela adubação com P.
2. Os genótipos diferiram no rendimento de matéria seca e área foliar, e os melhores resultados foram obtidos com P e K em níveis mais elevados de saturação de base.
3. A cv. Crioula foi a mais produtiva em V = 80%.
4. A cv. LE N 4 precisou de menos fertilizante potássico para as maiores produções e apresentou menor diminuição da produção em V = 60%.

**AGRADECIMENTOS**

Ao *International Potash Institute* - IPI pelo apoio financeiro no desenvolvimento deste projeto de pesquisa.

**REFERÊNCIAS**

BERG, W.K.; CUNNINGHAM, S.M.; BROUDER, S.M.; JOERN, B.C.; JOHNSON, K.D.; SANTINI, J. & VOLENEC, J.J. Influence of phosphorus and potassium on alfalfa yield and yield components. *Crop Science*, 45:297-304, 2005.

HAVLIN, J.; BEATON, J.D.; TISDALE, S.L. & NELSON, W.L. *Soil fertility and fertilizers: an introduction nutrient management*. Upper Saddle River: Prentice Hall. 1999. 499p.

HONDA, C.S.; HONDA, A.M. *Cultura da alfafa*. Cambara: IARA, 1990. 245p.

KAFKAFI, U.; GILAT, R.; YOLES, D. Studies on fertilization of field-grown irrigated alfalfa. *Plant Soil*, 46:165-173, 1977.

LANYON, L.E.; GRIFFITH, W.K. Nutrition and fertilizer use. In: HANSON, A.A.; BARNES, D.K.; HILL JUNIOR, R.R. (Eds.) *Alfalfa and alfalfa improvement*. Madison: Agronomy American Society. 1988. p.333-372.

LITTELL, R.C.; MOTT, G.O. Computer assisted design and analysis of response surface experiments in agronomy. *Soil Crop Soc Florida Proc*, 34: 94-97, 1975.

LLOVERAS, J.; FERRAN, J.; BOIXADERA, J. & BONET, J. Potassium Fertilization effects on alfalfa in a Mediterranean climate. *Agron. J.*, 93:139-143. 2001.

MOREIRA, A.; BERNARDI, A.C.C.; RASSINI, J.B. Correção do solo, estado nutricional e adubação da alfafa. In: FERREIRA, R.P.; RASSINI, J.B.; RODRIGUES, A.A.; FREITAS, A.R.; CAMARGO, A.C.; MENDONÇA, F.C. (Eds). *Cultivo e utilização da alfafa nos trópicos*. São Carlos, Embrapa Pecuária Sudeste: 2008. p.95-138.

MOREIRA, A.; MALAVOLTA, E. Fontes e doses e extratores de fósforo em alfafa e centrosema. *Pesq. Agrop. Bras.*, 36: 1519-1527, 2001.

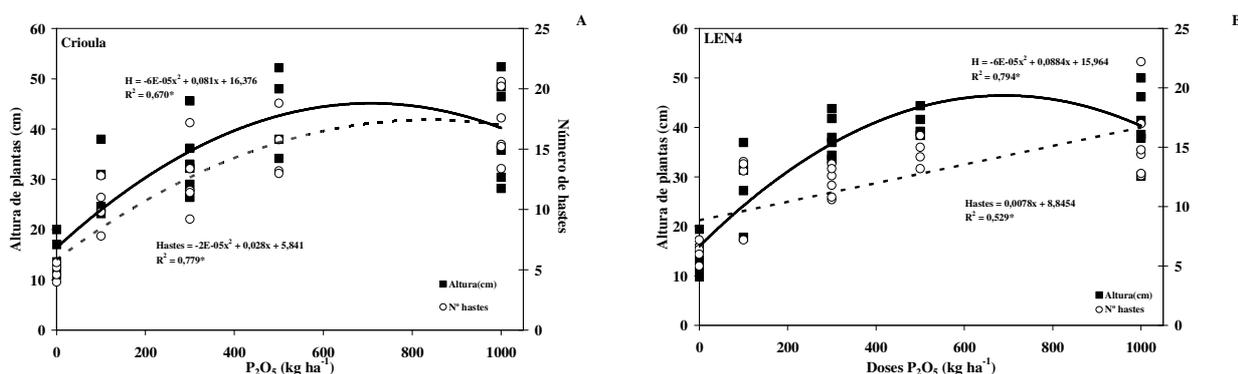
RASSINI, J.B.; FREITAS, A.R. Desenvolvimento da alfafa (*Medicago sativa*) sob diferentes doses de adubação potássica. *Rev. Bras. Zootec*, 27:487-490. 1998.

SARMENTO, P.; CORSI, M.; CAMPOS, F. P. Resposta da alfafa a fontes de fósforo associadas ao gesso e à calagem. *Scientia Agricola*, 58: 81-390, 2001.

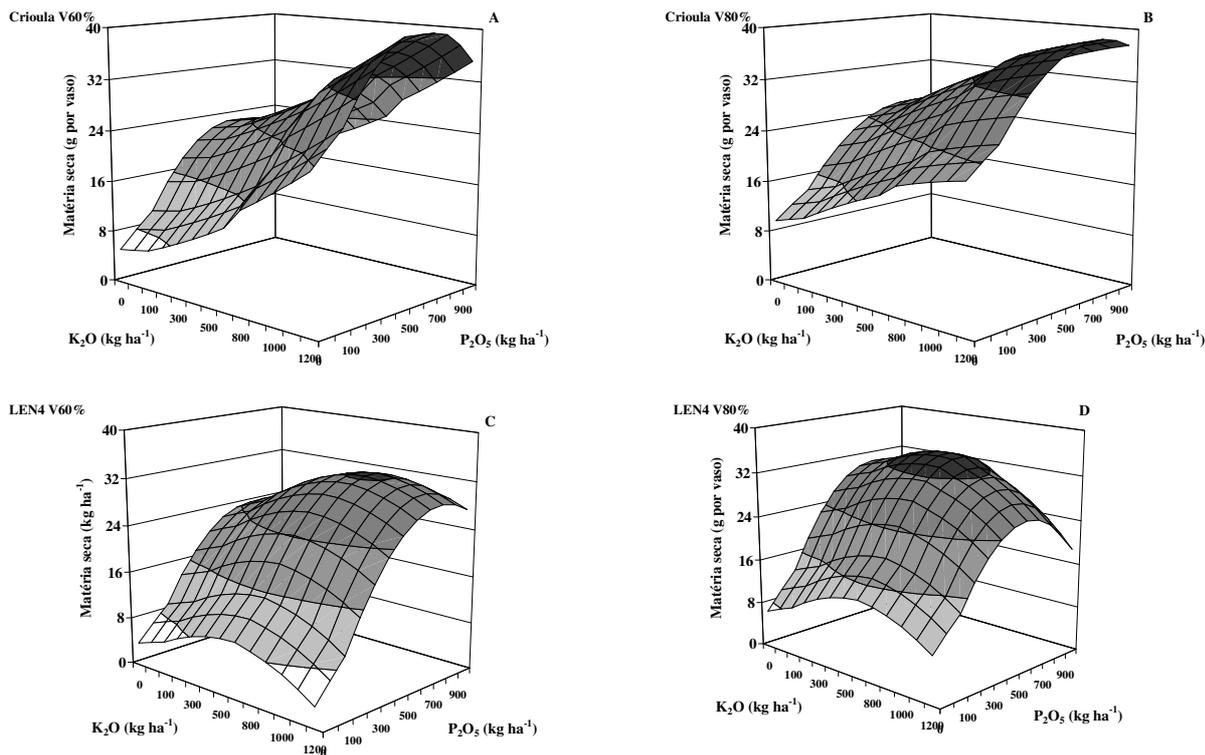
SMITH, D. Effects of potassium topdressing a low fertility silt loam soil on alfalfa herbage yields and composition and on soil K. *Agronomy Journal*, 67:60-64. 1975.

**Tabela 1.** Equações da produção de matéria seca da parte aérea, área foliar, altura de plantas e número de hastes das cultivares Crioula (A e B) e LEN 4 (C e D) de alfafa em função da saturação por bases (V 60 e 80%) e das doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O. Resultados de 6 cortes.

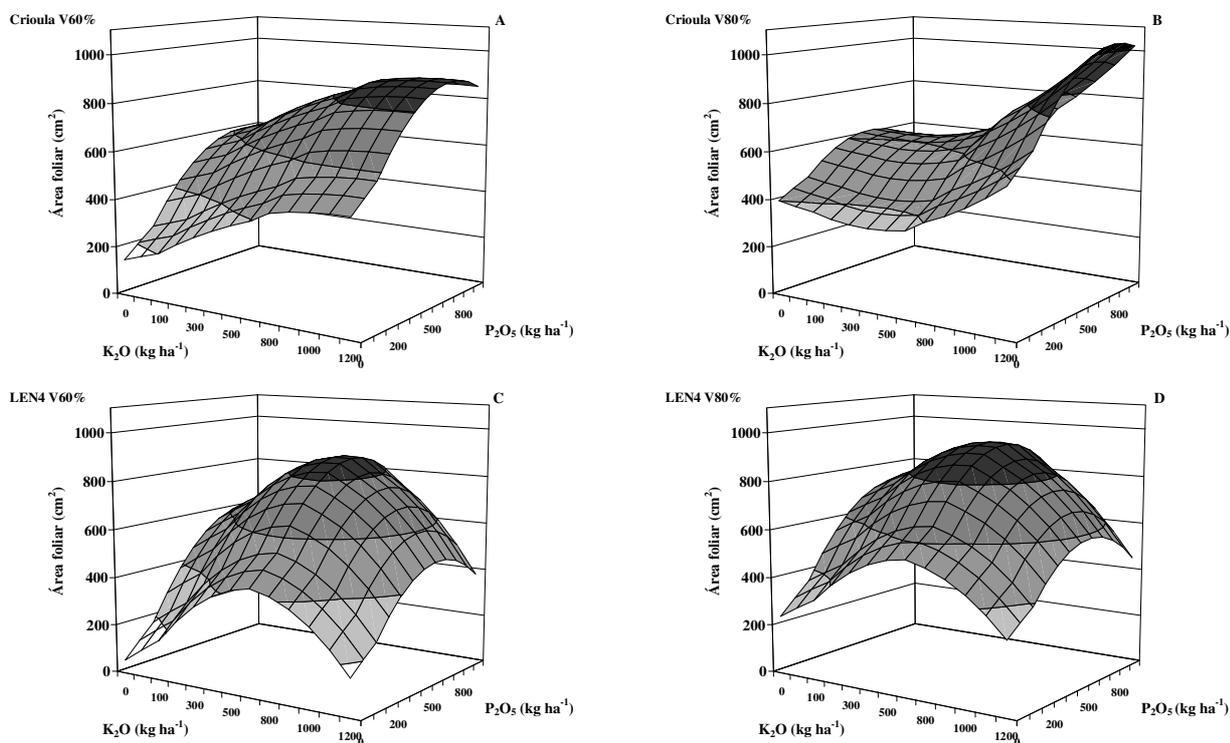
Variáveis	Equações	R <sup>2</sup>	
		Crioula	LEN 4
		V = 60%	
AF	$y = -0,0008P^2 + 1,151P - 0,0002K^2 + 0,548K - 0,00003PK + 149,982$	0,906***	
MS	$y = -0,00004P^2 + 0,055P + 0,000004K^2 + 0,01K - 0,000001PK + 5,275$	0,806**	
H	$y = -0,00006P^2 + 0,081P + 16,376$	0,670*	
Hastes	$y = -0,00002P^2 + 0,028P + 5,841$	0,779*	
		V = 80%	
AF	$y = -0,0007P^2 + 0,770P + 0,0004K^2 - 0,298K + 0,0003PK + 400,5$		0,721*
MS	$Y = -0,00003P^2 + 0,042P - 0,000004K^2 + 0,0153K + 0,000001PK + 9,933$		0,769*
H			
Hastes			
		V = 60%	
AF	$y = -0,001P^2 + 1,3476P - 0,001K^2 + 1,188K - 0,0003PK + 54,467$	0,691*	
MS	$y = -0,00004P^2 + 0,058P - 0,00002K^2 + 0,019K + 0,00001PK + 3,889$	0,877**	
H	$y = -0,00006P^2 + 0,088P + 15,964$	0,794*	
Hastes	$y = 0,0078P + 8,845$	0,529*	
		V = 80%	
AF	$y = -0,0008P^2 + 1,269P - 0,0008K^2 + 0,975K - 0,0003PK + 242,2$		0,694*
MS	$y = -0,00005P^2 + 0,068P - 0,00002K^2 + 0,0226P - 0,00001PK + 6,739$		0,832**
H			
Hastes			



**Figura 1:** Altura de plantas e número de hastes das cultivares Crioula (A) e LEN 4 (B) de alfafa em função da das doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Média de 6 cortes.



**Figura 2:** Produção de matéria seca da parte aérea das cultivares Crioula (A e B) e LEN 4 (C e D) de alfafa em função da saturação por bases (V 60 e 80%) e das doses de  $P_2O_5$  e  $K_2O$ . Soma de 6 cortes.



**Figura 3:** Área foliar das cultivares Crioula (A e B) e LEN 4 (C e D) de alfafa em função da saturação por bases (V 60 e 80%) e das doses de  $P_2O_5$  e  $K_2O$ . Média de 6 cortes.