



CALAGEM E ADUBAÇÃO POTÁSSICA NO CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DE *Crambe abyssinica* Hortsh Ex. R. T (BRASSICACEAE)

José Milton Alves^{1*}, Wilson Mozena Leandro², Andréia Mendes da Costa¹, Patrícia Oliveira da Silva¹, Cassia Cristina Fernandes Alves¹

RESUMO: O crambe é uma cultura que vem se destacando, devido ao seu uso como matéria-prima industrial, sendo assim, necessário a potencialização tanto em termos de crescimento quanto de produtividade. Entretanto, estudos que avaliem os efeitos da adubação potássica *versus* calagem são escassos para essa cultura. Diante disso, o objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos que a adubação potássica e a calagem promovem em plantas de crambe. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, em esquema fatorial com quatro repetições, composto pela combinação de três doses de potássio (0, 40 e 80 kg ha⁻¹ de K₂O) e quatro níveis de saturação por bases (34-controle, 40, 50 e 60 %). As variáveis avaliadas foram: biomassa de raiz e da parte aérea, produção de grãos e teor de óleo. Houve efeito significativo na interação dos fatores na produtividade. O potássio e o aumento dos níveis de saturação por bases influenciaram todos os parâmetros avaliados, com exceção do teor de óleo nas sementes. Diante dos resultados, para a cultura do crambe recomendando-se as doses de 40 kg ha⁻¹ de K₂O e 50 % para saturação por bases.

Palavras-chave: crescimento e produtividade; potássio; saturação por bases

LIMING AND POTASSIUM FERTILIZATION ON THE GROWTH AND PRODUCTIVITY OF *Crambe abyssinica* Hortsh Ex. R. T (BRASSICACEAE)

ABSTRACT: The crambe is a culture that has been outstanding due to its use as an industrial raw material, thus, it is necessary the potentialization both in terms of growth and productivity. However, studies evaluating the effects of potassium fertilization *versus* liming are scarce for this crop. Therefore, the objective of this study was to evaluate the effects that potassic fertilization and liming promote in crambe plants. The experimental design was a randomized complete block design with four replicates, composed of three potassium doses (0, 40 and 80 kg ha⁻¹ K₂O) and four levels of base saturation (34-control, 40, 50 and 60 %). The evaluated variables were: root and shoot biomass, grain yield and oil content. There was a significant effect on the interaction of factors in productivity. The potassium and the increase of the bases saturation levels influenced all the evaluated parameters. In view of the results, for the crambe culture, the doses of 40 kg ha⁻¹ of K₂O and 50% for base saturation are recommended.

Key-words: growth and productivity; potassium; base saturation

¹ Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde. *E-mail: jmiltonalves@gmail.com. Autor para correspondência.

² Departamento de agronomia – Universidade Federal de Goiás – UFG.

Recebido em: 02/08/2018. Aprovado em: 05/10/2018.

INTRODUÇÃO

O crambe (*Crambe abyssinica* Hochst. Ex R. E. Fries) representante da família Brassicaceae é uma das opções para o fornecimento de óleo destinado à produção de biocombustíveis por apresentar menor custo de investimento, além de apresentar ciclo anual entre 90 e 100 dias e excelente qualidade na produção de biodiesel (ALVES et al., 2015). Entretanto, o crambe, deste modo como outras culturas, necessita da adição de fertilizantes em quantidades adequadas para estimular o desenvolvimento de raízes e garantir o estabelecimento do estande de plantas, assim como para estimular a floração e favorecer o rendimento de grãos.

Vários estudos têm sido realizados, visando entender os efeitos que os fertilizantes promovem nas culturas de grande interesse. E se tratando do crambe tem se constatado respostas positivas (ROSOLEM; STEINER, 2014; SOUZA; CHAVES, 2016; ALVES et al., 2015 e 2016) em termos de adubação potássica, fosfatada, nitrogenada e elevação da saturação de bases. Essas respostas se devem ao fato de que os nutrientes exercem um papel vital no comportamento das plantas. O cálcio (Ca), por exemplo, é componente da parede celular e o magnésio (Mg) promove a ativação

enzimática, além de ser um dos constituintes da molécula de clorofila (SANTIN et al., 2013). O potássio (K) possui funções específicas no metabolismo das plantas, por estar relacionado com a síntese de proteínas e de carboidratos durante a produção de fotoassimilados para os grãos, sendo que sua deficiência resulta em um menor acúmulo de compostos nitrogenados solúveis (SANTOS et al., 2012). Além disso, o K ainda atua no processo de abertura e fechamento estomático, garantindo uma ótima atividade enzimática em níveis adequados ao funcionamento das células (SOUSA et al., 2014).

No entanto, o cultivo do crambe pode ser dificultado, já que os solos agrícolas brasileiros exibem baixa fertilidade natural, elevada acidez e alta concentração de alumínio (Al), que pode inibir e dificultar a absorção de diversos nutrientes e influenciar na produção do crambe e demais culturas agrícolas (ZANDONÁ et al., 2015).

Diante do exposto, este estudo teve como objetivo avaliar os efeitos da interação de doses potássicas e saturação por bases no crescimento, produção de grãos e quantificação do teor de óleo em plantas de crambe em diferentes épocas de crescimento.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido na fazenda São Tomaz Jatobá (17° 49' 22.63" Sul e 50° 56' 21.87" Oeste, altitude 725 m), município de Rio Verde, estado de Goiás. O clima para a região de estudo é do tipo Aw (tropical), com chuvas em dezembro, janeiro e fevereiro superiores a 250 mm por mês e um inverno seco de maio a setembro. A precipitação anual varia entre 1.600 e 1.900mm e a temperatura média anual entre 19° e 20° C (ALVAREZ et al., 2014). Durante a experimentação os meses mais chuvosos foram março de 2011 e fevereiro de

2012, com 419 e 387 mm, respectivamente. Os meses mais secos foram maio, julho e agosto de 2011 com 0,7; 0,0 e 4,5 mm, respectivamente. Para o ano de 2012 os meses mais secos foram julho e agosto com 1,4 e 0,0, respectivamente. Em termos de temperatura, a temperatura máxima variou de 27,8 a 33,7° C, a temperatura mínima de 14 a 19,8 e a temperatura média de 20,5 a 26,3 °C. Tendo como os meses mais quentes agosto, setembro e outubro com temperaturas superiores a 30°C (Figura 1).

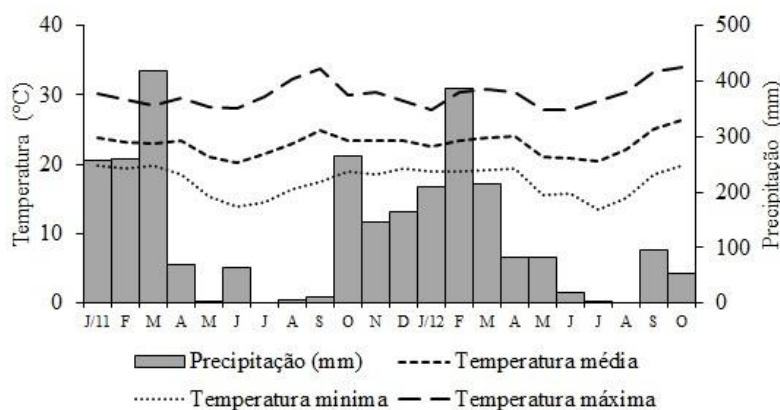


Figura 1. Dados climáticos durante do estudo do Município de Rio Verde, Goiás, de janeiro de 2011 a outubro de 2012. (Fonte: Estação meteorológica da Universidade de Rio Verde).

O relevo da área de estudo é suavemente ondulado, com 8% de declividade e o solo classificado como Latossolo Vermelho Distroférrico de textura argilosa (EMBRAPA, 2013), cujas características químicas e texturais na profundidade de 0-20 cm são: pH(CaCl₂) =4,7; Ca, Mg, K, Al, SB e CTC (1,7; 0,6; 0,10; 0,06; 2,40 e 7,1 cmol_c dm⁻³); P_(melh), S, Zn, B, Cu e Mn (5,5; 11,3; 1,8; 0,12; 1,5 e 575 g kg⁻¹); V = 21,3%; MO=15,2 g dm⁻³; argila, silte e areia (375, 50 e 575 g kg⁻¹).

na profundidade de 20-40 cm, a análise de solo mostrou os seguintes resultados: pH(CaCl₂) = 4,4; Ca, Mg, K, Al, SB e CTC (0,9; 0,3; 0,07; 0,23; 1,27 e 6,0 cmol_c dm⁻³); P_(melh), S, Zn, B, Cu e Mn (1,9; 33,7; 0,4; 0,12; 1,9 e 21,9 mg dm⁻³); V = 21,3%; MO=15,2 g dm⁻³; argila, silte e areia (375, 50 e 575 g kg⁻¹).

O experimento foi instalado em esquema fatorial (3 x 4), delineamento de blocos ao acaso para avaliar do efeito da interação entre potássio e elevação dos níveis de saturação por bases do solo. Foram utilizadas quatro repetições para cada tratamento, totalizando 48 parcelas. Foram avaliados três níveis de adubação potássica e quatro de saturação por bases do solo. As adubações potássicas foram: 0; 40 e 80 kg ha⁻¹ de K₂O, utilizando cloreto de potássio (teor de K₂O 62 %) como fonte de K. A aplicação do potássio foi feita em sulco de 3 a 4 cm de profundidade, a uma distância de aproximadamente 15 cm da linha de plantio aos 22 dias após a emergência (DAE), manualmente. Os níveis de saturação por bases foram: 34 – condição natural do solo, 40, 50 e 60%. A saturação por base natural do solo foi elevada com aplicação e incorporação de calcário filler (CaO = 30,5% e MgO = 18,7%) 15 dias antes do plantio. Em todas as parcelas experimentais, realizou-se adubação de base com 50 kg ha⁻¹ de nitrogênio (N), utilizando ureia como fonte, aplicada no sulco de plantio aos 22 DAE junto com a adubação potássica, e 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ utilizando superfosfato simples distribuído no momento do plantio com a própria plantadeira.

As parcelas experimentais possuíam 9 m² (2,25 m de largura por 4 m de comprimento), formada por 5 linhas de

plantio (espaçadas em 0,45 m por 5 linhas de plantio, com espaçamento entre elas de 0,45 m e 4 m de comprimento). A distância entre as parcelas experimentais foi de 1 m e entre os blocos 2 m. A dessecação da área experimental foi realizada em um dia após o plantio, utilizando Glifosato na dose de 3 L ha⁻¹ associado a Carfentrazone-ethyl na dose de 50 mL ha⁻¹ (ALVES et al., 2016).

O plantio foi realizado em março/2011 com semeadora SHM 11/13 da marca Semeato, utilizando-se disco de corte. A densidade de plantio foi de 12 g por m linear de sementes na profundidade de 2 cm, utilizando a cultivar “FMS Brilhante”. A emergência das plantas ocorreu em uma semana após o plantio e o “stand” final de plantas foi de 1.220 mil plantas por hectare.

As variáveis dependentes avaliadas foram: a) massa seca de raiz e parte aérea em três épocas: 35 DAE por se tratar do início da floração; 45 DAE que corresponde ao estágio de florescimento pleno e início da fase de granação e 55 DAE que é fase de granação; b) produtividade de grãos; c) teor de óleo do grão. Para avaliação da massa seca de raiz e parte aérea do crambe, três plantas de cada parcela foram colhidas. O material foi lavado com água destilada e, posteriormente, seco em estufa de circulação de ar a 65°C por 72 h (ALVES et al., 2016).

Para determinação da produtividade (kg ha⁻¹), colheu-se três m lineares das três

linhas centrais totalizando 4.05 m² no centro de cada parcela. A colheita foi realizada de forma manual e os grãos foram colocados em sacos de papel e secos em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C por 72 h. Para a determinação do teor de óleo nos grãos, os mesmos foram macerados até obter se cinco gramas. Utilizou-se o determinador de gorduras modelo TE-044-8/50 da TECNAL[®], utilizado para extração e o solvente hexano (200 mL por amostra), sob temperatura de recuperação de 120°C por 4 h (ALVES et al., 2016).

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade, homogeneidade dos erros, análise de variância ao nível de significância

a 5 % de probabilidade empregando análise de regressão para os níveis de saturação por bases e para as doses de potássio, como consta apenas de três doses foi realizada a análise de variância e quando necessário foi empregado o teste de Tukey. O programa estatístico utilizado foi o Assistat 7.6 Beta (SILVA, 2012).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao avaliar os efeitos da interação entre as doses de potássio e elevação da saturação por bases, observou se efeito significativo apenas para a produtividade (Tabela 1).

Tabela 1 - Resumo da análise de variância para os fatores efeito da adubação potássica e saturação por bases na cultura do crambe em condições de campo

Nutriente	Desdobramentos	Massa seca de raiz (g planta ⁻¹)			Teor de óleo
		35 DAE	45 DAE	55 DAE	(%)
Potássio	K	0,00554*	0,00265 ^{ns}	0,00072 ^{ns}	0,66521 ^{ns}
	Regressão (V%)	Linear**	Linear*	ns	ns
	Interação (V% x K)	0,00046 ^{ns}	0,00480 ^{ns}	0,00454 ^{ns}	0,82993 ^{ns}
	CV (%)	33,84	28,82	44,11	1,73
Nutriente	Desdobramentos	Massa seca da parte aérea (g planta ⁻¹)			Produtividade
		35 DAE	kg ha ⁻¹	55 DAE	kg ha ⁻¹
Potássio	K	0,56877**	0,25556	0,499 ^{ns}	84024,521**
	Regressão (V%)	Linear**	Quadrát*	ns	Quadrát*
	Interação (V% x K)	0,02632 ^{ns}	0,71900	0,740 ^{ns}	1101,656*
	CV (%)	37,66	34,67	33,1	16,06

DAE: Dias após a emergência; ns: não significativo; *: Significativo (P ≤ 0,05); **: Significativo (P ≤ 0,01).
 Quadrát: Quadrática. ns: não significativo.

Na avaliação da aplicação de doses de potássio e do efeito da elevação da saturação por bases do solo no acúmulo da massa da matéria seca de raiz do crambe, foi observado efeito apenas para as doses de potássio na primeira época de coleta (35 DAE) e para o modelo linear para a elevação da saturação por bases do solo na primeira e na segunda época de coleta de plantas (35 e 45 DAE). Na primeira época de coleta de plantas a aplicação da dose de 80 kg ha⁻¹ de potássio (K₂O), diferiu significativamente do controle (Tabela 2). Na avaliação realizada aos 45 e 55 dias após a emergência, não houve diferença significativa.

Tabela 2 - Matéria seca de raiz de crambe (g planta⁻¹) em função de doses de potássio e colhidas em diferentes épocas

K ₂ O (kg ha ⁻¹)	Dias após emergência		
	35 (g planta ⁻¹)	45 (g planta ⁻¹)	55 (g planta ⁻¹)
Controle (0)	0,08 b	0,16	0,26
40	0,10 ab	0,16	0,25
80	0,12 a	0,18	0,27

Médias seguidas de mesma letra, na mesma época de coleta, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0.05$).

A comparação desse resultado com a literatura é dificultada, uma vez que é muito pequeno o número de publicações que estudaram o efeito da adubação mineral de potássio no desenvolvimento do crambe, especialmente, referindo-se ao desenvolvimento do sistema radicular.

Na literatura, diferentemente dos resultados obtidos neste trabalho, Ferreira (2015) não encontrou resposta da aplicação de doses de potássio na massa seca da raiz em planta de *Glycine max*. Mas, diferente deste trabalho, estes autores utilizaram um solo onde o teor de potássio era de 95 mg dm⁻³, considerado bom para acúmulo de massa seca na cultura do crambe segundo Rosolem e Steiner (2014) e, provavelmente, é este o motivo de que não tenham encontrado resposta.

O potássio, como já mencionado, atua em processos osmóticos, na síntese de proteínas e na manutenção de sua estabilidade, na abertura e fechamento dos estômatos, na permeabilidade da membrana e no controle do pH. Isso faz com que a planta consiga potencializar vários processos importantes, como fotossíntese e respiração e tenha pleno desenvolvimento de seus órgãos vegetativos e, possa assim, apresentar resultados satisfatórios em termos de produtividade (SANTOS et al., 2012), como constatado neste estudo.

Na avaliação do efeito da elevação da saturação por bases do solo no desenvolvimento do sistema radicular do crambe.

Embora o coeficiente de determinação da equação da segunda época de análise tenha sido significativo, foi considerado muito baixo. Já para os 55 DAE, não houve diferença significativa para massa seca de raiz. Possivelmente, esse resultado pode estar relacionado com o fato de que aos 55 DAE as plantas já haviam interrompido ou reduzido o crescimento de todos os órgãos para direcionar a energia necessária a fase de granação.

Conforme visto no trabalho de Alves et al. (2015 e 2016), avaliaram o efeito de (V% e N; V% e P), estes resultados confirmam que a elevação da saturação por bases do solo favoreceu o melhor

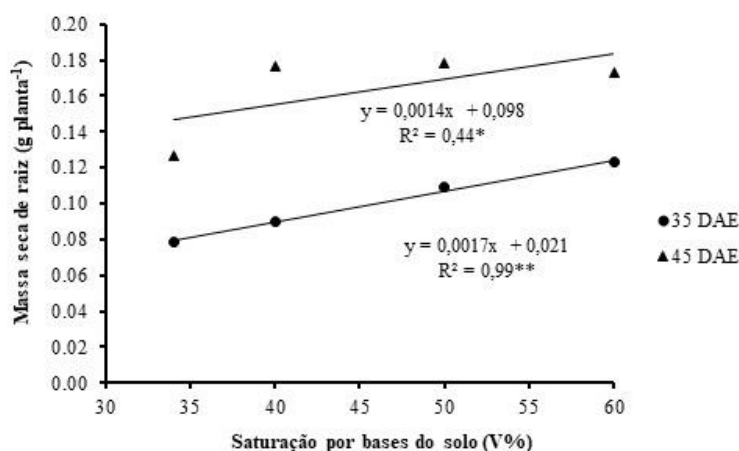


Figura 2. Massa seca de raiz de crambe (g planta⁻¹) em função da elevação da saturação por bases do solo (V%) aos 35 e 45 dias após emergência.

O suprimento inadequado de Ca e Mg OH⁻ e do balanço entre os cátions básicos, contidos no solo provocam restrições no crescimento das plantas, bem como, alterações entre os estádios vegetativos e reprodutivos. Em muitos sistemas de produção agrícolas, a disponibilidade de Ca e Mg proporciona a geração de íons HCO₃⁻ e aqueles que contribuem com a sobrevivência

das plantas, como raízes, e ao apresentar sistema radicular eficiente, as plantas conseguem potencializar a absorção de nutrientes e assim, aumentar também o crescimento da parte aérea. Os resultados obtidos neste estudo reforçam essa ideia.

Na primeira época de coleta (35 DAE), o desenvolvimento da massa seca da

parte aérea foi influenciado pelas doses de potássio de forma linear. A adição de 80 kg ha⁻¹ de potássio elevou significativamente a massa seca da parte aérea do crambe em relação ao tratamento controle, porém, não diferiu da dose de 40 kg ha⁻¹ (Figura 3).

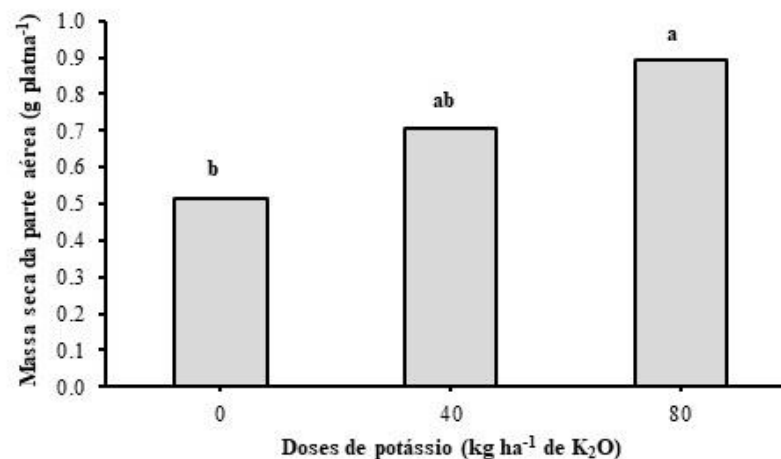


Figura 3. Massa seca da parte aérea de crambe (g planta⁻¹) em função das doses de potássio aos 35 DAE. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

A dosagem correta é fundamental, pois evita desperdícios de fertilizantes e permite que a planta expresse todo seu potencial em crescimento. Em condições adequadas, as plantas conseguem realizar todos os seus processos fisiológicos, e isso se reflete em ganho de biomassa, principalmente daqueles órgãos que estão envolvidos na continuidade das condições adequadas para as plantas. No entanto, estes resultados diferem dos obtidos por Santos et al. (2012), pois estes autores não encontraram respostas de doses de potássio para a massa seca da

parte área na cultura do crambe. Porém, os próprios autores afirmam em seu estudo ter utilizado um solo que apresentava teores de potássio que variaram de 0,41 a 0,74 cmolc dm⁻³, o que segundo Rosolem e Steiner (2014) são valores suficiente para a cultura estudada.

Na avaliação do efeito da saturação por bases para a massa seca da parte aérea da primeira coleta (35 DAE), a análise de variância da regressão foi altamente significativa para o modelo linear (Figura 4). Já para a segunda coleta, o efeito foi

quadrático, mas embora a equação tenha sido significativa, o coeficiente de determinação observado foi muito baixo, assim como para a massa seca da raiz. O ponto de máxima da equação de regressão para a saturação por

bases foi de 48,54%. Já para os 55 dias após a emergência, não houve resposta positiva, para a massa seca da parte aérea em função do aumento dos níveis de saturação por bases do

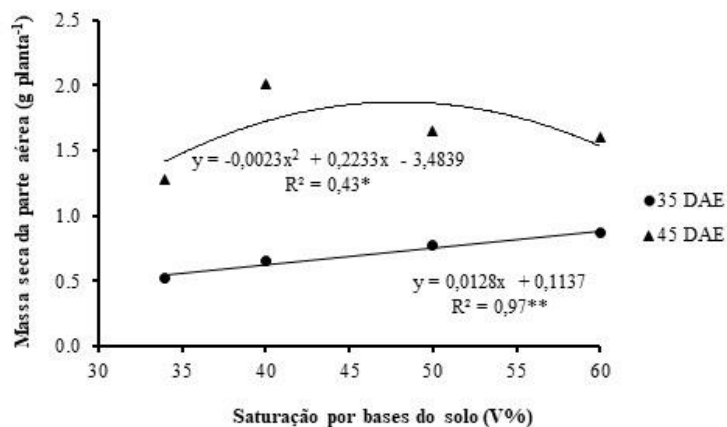


Figura 4. Massa seca da parte aérea de crambe (g planta^{-1}) em função da elevação da saturação por bases do solo (V%) aos 35 e 45 dias após emergência.

Janegitz et al. (2010) encontraram resultados que corroboram os dados obtidos neste estudo. Os autores constataram que a massa seca da parte aérea do crambe responde a adição de calagem, mas valores próximos a 80% podem provocar danos e comprometer tanto o crescimento quanto a produtividade.

A análise estatística da produtividade de grãos mostrou efeito significativo para interação (K x V%). A maior produtividade observada foi de 580 kg ha^{-1} , 56% maior do que a obtida pelo controle com 372 kg ha^{-1} (Tabela 3). A aplicação de 80 kg ha^{-1} de K_2O elevou a produtividade de grãos das plantas de crambe em relação ao controle em todos os níveis de saturação por bases do solo, com exceção da saturação por bases de 50%, onde

não foi observado efeito das doses de potássio. Mesmo com as produtividades baixas observadas neste experimento a adição das doses de potássio influenciou a produtividade do crambe, estes resultados evidenciam que a calibragem da dose correta de potássio é muito importante para esta cultura para maximizar a produtividade de grãos. Em condições de produtividades de grãos mais elevadas é possível que esta cultura tenha potencial para responder a doses mais elevadas desse nutriente, superiores às avaliadas neste trabalho.

Estes resultados estão de acordo com o obtido por Santos et al. (2012), que encontraram resposta linear da aplicação de doses de potássio de até $90 \text{ kg de K}_2\text{O ha}^{-1}$, mesmo em solo com teor elevado deste

nutriente ($0,41 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$). Em outras produtividade da cultura do crambe é oleaginosas como a soja e girassol também já influenciada pelas doses de potássio foram relatados efeitos significativo da aplicadas, mesmo em condições onde os adição de doses de potássio na produtividade teores desse elemento não estão baixos no de grãos. solo.

De acordo com Santos et al. (2012), como também observado por este estudo, a

Tabela 3 - Produtividade de grãos de crambe (kg ha^{-1}) em função das doses de potássio e elevação da saturação por bases do solo (V%)

Saturação por Bases (V%)	Doses de K_2O (kg ha^{-1})		
	Controle (0)	40	80
34	372 b	452 ab	514 a
40	410 b	529 ab	552 a
50	473 a	547 a	580 a
60	385 b	498 ab	560 a

Médias seguidas de mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

A análise de variância da regressão da produtividade para a elevação da saturação por bases, observou-se efeito significativa para o modelo quadrático de regressão das doses de potássio aplicadas (Figura 5). Esse resultado se deve ao fato de que o crambe é sensível à acidez do solo e apresenta produção reduzida quando cultivado em Latossolo nativo do Cerrado (CARVALHO et al., 2012), devido à baixa absorção de nutrientes. Além disso, o crambe pertence à Crucíferas, grupo botânico que envolve as plantas olerícolas, que são plantas sensíveis à acidez e que exigem correção do solo, o que torna necessário elevar a saturação por bases, dependendo do solo (TRANI; RAIJ, 1997) para obter melhores resultados em produtividade.

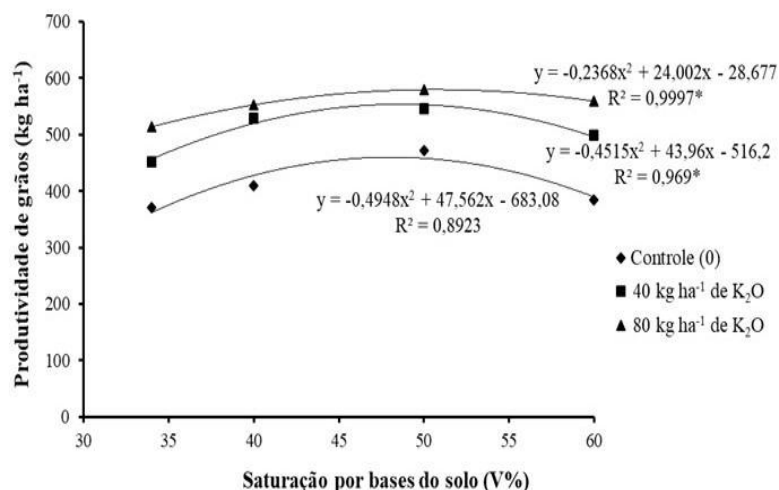


Figura 5. Produtividade de grãos de crambe (kg ha^{-1}) em função da elevação da saturação por bases do solo (V%) e das doses de potássio.

Esse resultado evidencia a importância da calagem para aumentar a produtividade desta cultura, principalmente em condições de Cerrado, já que seus solos apresentam valores altos de alumínio trocável e baixos níveis de cálcio e magnésio (PITOL et al., 2010). Além dos fatores já mencionados, ainda há o fato de que plantas oleaginosas, quando submetidas a deficiência de potássio, apresentam seu crescimento reduzido e também diminui a nodulação e a fixação de nitrogênio (REZENDE; MARQUES; MASETTO, 2015), já em quantidades excessivas pode causar toxidez reduzindo a produtividade e o rendimento de grãos em plantas de crambe (SANTOS et al., 2013). As doses de potássio e elevação da saturação por bases empregadas não influenciaram o teor de óleo dos grãos do crambe (Tabela 4).

Tabela 4 - Teor de óleo dos grãos de crambe (base seca, %) em função das doses de potássio e elevação da saturação por bases do solo (V%)

Saturação por Bases (V%)	Doses de K_2O (kg ha^{-1})		
	Controle (0)	40	80
34	36,40	37,92	37,90
40	37,07	36,80	36,87
50	37,70	37,72	37,72
60	37,05	37,20	37,12

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

A falta de resposta da adubação crambe também foi relatada por Souza e potássica sobre o teor de óleo em plantas de Chaves (2016) em Latossolo Vermelho

Distrófico e Silva et al. (2017) em Latossolo Vermelho. Bottega et al. (2013) e Santos et al. (2013) também não encontraram modelos matemáticos que se ajustaram de forma positiva ao aumento das doses de K para o teor de óleo nos grãos em *Guizotia abyssinica* e *C. absynica* Mascarenhas et al. (1996) e Caires et al. (2003) ao estudarem a cultura da soja verificaram que o aumento dos níveis de saturação por bases promoveu alteração na proporção lipoprotéica, no sentido de que, à medida que se fornece mais Ca^{2+} e Mg^{2+} às plantas, decresce o conteúdo de óleo.

CONCLUSÕES

O potássio exerceu efeito positivo no desenvolvimento da raiz e parte aérea, e na produtividade de grãos e a melhor dose foi de $40 \text{ kg K}_2\text{O ha}^{-1}$.

A saturação por bases influenciou positivamente o desenvolvimento da raiz, parte aérea e na produtividade de grãos do crambe e o melhor nível de saturação foi a 50%.

REFERÊNCIAS

ALVAREZ, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711- 728, 2014

ALVES, J. M.; LEANDRO, W. M.; ALVES, C. C. F.; CARLOS, L.; RIBON, A. A.; FERNANDES, K. L. Crambe dry matter and yield under doses of phosphorus and base saturation in the Cerrado of Goiás. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.20, p.421–426, 2016.

ALVES, J. M.; LEANDRO, W. M.; NETO, S. A. S. O.; LEÃO, A. K. M.; ALVES, C. C. F.; SOUCHIE, E. L. Effect of base saturation and nitrogen dose on cultivation of crambe. *African Journal of Agricultural Research*, v. 10, p. 14–22, 2015.

BOTTEGA, S. P.; RECH, J.; SOUZA, L. C. F.; FREITAS, M. E. Avaliação dos teores de NPK, proteína e óleo nos grãos de niger, em função das adubações fosfatada e potássica. *Revista Cultivando o Saber*, v.6, p.124–131, 2013.

CAIRES, E. F.; FERRARI, R. A.; MORGANO, M. A. Produtividade e qualidade da soja em função da calagem na superfície em semeadura direta. *Bragantia*, v.62, n.2, p.283-290, 2003.

CARVALHO, K.S.; BONFIM-SILVA, E. M.; CABRAL, C.E.A.; LEITE, N.; KOETZ, M. Crambe cultivado em Latossolo do Cerrado submetido à calagem. *Enciclopédia Biosfera*, v.8, n.15; p. 1–7, 2012.

CARVALHO, M. C. S.; NASCENTE, A. S. Calcário, gesso e efeito residual de fertilizantes na produção de biomassa e ciclagem de nutrientes de milho. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v.44, n. 4, p. 370–380, 2014.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. 3.ed. Brasília, 2013.

FERREIRA, V. F. *Adubação com potássio nas características agrônômicas e na qualidade de sementes de soja*. 2015. 105 f.

- Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Federal de Lavras, MG, 2015.
- JANEGITZ, M. C.; SOUZA-SCHLICK, G. D.; TROPALDIL, L.; CARDOSO, S. M. Influência da saturação por bases no crescimento e produção de crambe. **Revista Cultivando o Saber**, v.4, p.175–182, 2010.
- MASCARENHAS, H. A. A. et al. Efeito da calagem sobre a produtividade de grãos, óleo e proteína em cultivares precoces de soja.** *Scientia Agricola*, v. 53, n. 1, p. 164-172, 1996.
- PITOL, C.; BROCH, D.L.; ROSCOE, R. **Crambe: Tecnologia e Produção.** Maracaju: Fundação Mato Grosso, 2010.
- REZENDE, R. K. S.; MARQUES, R. F.; MASETTO, T. E. Características morfológicas e produtividade do crambe em função da adubação nitrogenada. **Revista Agrarian**, v.8, n.29, p.279-286, 2015.
- ROSOLEM, C. A.; STEINER, F. Adubação potássica para o crambe. **Bioscience Journal**, v.30, p.140–146, 2014.
- SANTIN, D.; BENEDETTI, E. L.; KASEKER, J. F.; BASTOS, M. C.; REISSMANN, C. B.; WENDLING, I.; BARROS, N. F. Nutrição e crescimento da erva-mate submetida à calagem. **Ciência Florestal**, v. 23, n. 1, p. 55 – 66, 2013.
- SANTOS, J. I.; SILVA, T. R. B.; ROGÉRIO, F.; SANTOS, R. F.; SECCO, D. **Yield response in crambe to potassium fertilizer.** *Industrial Crops and Products*, v. 43, p. 297–300, 2013.
- SANTOS, J. I.; ROGÉRIO, F.; MIGLIAVACCA, R. A.; GOUVEIA, B.; SILVA, T. R. B.; BARBOSA, M. C. Efeito da adubação potássica na cultura do crambe. **Bioscience Journal**, v.28, p.346-350, 2012.
- SILVA FAS. *ASSISTAT versão 7.6 beta.* Campina Grande: DEAG - CTRN -
- Universidade FEDERAL de Campina Grande, Campus de Campina Grande, 2012.
- SILVA, T.R.B.; CARRARO, T.V.; FRIGO, P.; BARBOSA, N.A.; TIBURCIO, M.G.G.; SECCO, D.; SANTOS, R.F.; ALVES, C. Z. Crambe development under lime application in sandy soil. *Acta Iguazu*, **Cascavel**, v.6, n.1, p. 59-63, 2017.
- SOUSA, G. G.; VIANA, T. V. A.; PEREIRA, E. D.; ALBUQUERQUE, A. H. P.; MARINHO, A. B.; AZEVEDO, B. M. Fertirrigação potássica na cultura do morango no litoral Cearense. **Bragantia**, v. 73, n. 1, p. 1– 6, 2014.
- SOUZA, R. S.; CHAVES, L. H. G. Doses de fósforo e potássio no desenvolvimento da cultura de *Crambe abyssinica*. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.11, p.71-75, 2016.
- TRANI, P.E.; van RAIJ, B. Hortaliças. In: van RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo.** 2 ed. Campinas: Fundação IAC, 1997.
- VIDAL, V. M. et al. Potential hydrogen ion of Quartzarenic Neosol with joint application of lime and gypsum. **African Journal of Agricultural Research**, v. 12, n. 16, p. 1415 –1423, 2017.
- ZANDONÁ, R. R.; BEUTLER, N. A.; BURG, G. M.; BARRETO, C. F.; SCHMIDT, M. R. Gesso e calcário aumentam a produtividade e amenizam o efeito do déficit hídrico em milho e soja. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.45, p.128–137, 2015.