

## ADUBAÇÃO POTÁSSICA RESIDUAL PARA A CULTURA DO CRAMBE

### RESIDUAL POTASSIC FERTILIZATION FOR CRAMBE CROP

<sup>1</sup>MARTINS, R.S.; <sup>2</sup>GABRIEL, V.W.; <sup>3</sup>HONORATO, G.Z.; <sup>4</sup>VIEIRA, J.C.M.; <sup>5</sup>GARCIA, E.A.V.;  
<sup>6</sup>SILVA, F.E.; <sup>7</sup>STEINER, F.

<sup>1-7</sup>Departamento de Agronomia – Faculdades Integradas de Ourinhos-FIO/FEMM

#### RESUMO

São escassos os trabalhos para a cultura do crambe (*Crambe abyssinica* Hochst), sendo necessários estudos que caracterizem o nível de suficiência de potássio (K) no solo e nas folhas, visando subsidiar futuros programas de adubação potássica para essa cultura de outono/inverno. Foi realizado um experimento visando estudar a resposta do crambe ao K do solo. O experimento foi realizado em um Latossolo Vermelho argiloso sob o sistema de semeadura direta, em Botucatu - SP. Os tratamentos consistiram de sete níveis de K no solo, resultantes da aplicação anual de 2000 a 2010, na cultura de verão (soja), de 0, 30, 60, 90, 120, 150 e 180 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. Antes de iniciar o experimento, amostras de solo foram coletadas na camada de 0-20 cm e os teores de K no solo determinados pelos métodos da resina e Mehlich-1. Os níveis de suficiência de K no solo e nas folhas foram obtidos considerando-se a produtividade relativa de grãos de 90%. Quando os teores de K do solo, extraídos por resina e por Mehlich-1, são superiores a 88 e 94 mg dm<sup>-3</sup>, respectivamente, equivalente a 26 g kg<sup>-1</sup> de K nas folhas, o aumento da produtividade de grãos da cultura do crambe é improvável. Estes valores devem corresponder ao nível de suficiência da cultura e são suficientes para atingir produtividade de grãos relativa de 90%.

**Palavras-chave:** *Crambe abyssinica*. Disponibilidade de Potássio. Diagnose Foliar. Nível Crítico.

#### ABSTRACT

There are few studies for the crambe crop (*Crambe abyssinica* Hochst), and studies that characterize the sufficiency level of K in the soil and leaves are indispensable to support future programs potassium fertilization for this crop of fall/winter. An experiment was carried out to investigate the response of crambe to K soil. The experiment was carried out on a clayey Red Latossol under no-till in Botucatu, São Paulo State, Brazil. Treatments consisted of seven K levels in the soil, resulting from the application year (2000 to 2010), the summer crop (soybean), 0, 30, 60, 90, 120, 150 and 180 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O. Before starting the experiment, soil samples were collected at depths of 0-20 cm and soil K contents determined by the resin and Mehlich-1 method. The sufficiency levels of K in soil and leaves were obtained considering the relative yield of 90%. When the levels of soil K extracted by resin and Mehlich-1, are above 88 and 94 mg dm<sup>-3</sup>, respectively, equivalent to 26 g kg<sup>-1</sup> K in the leaves, the increase in crop yield of crambe is unlikely. These values should match the sufficiency level of crop and are sufficient to achieve relative grain yield of 90%.

**Keywords:** *Crambe abyssinica* Hochst. Potassium Availability. Foliar Diagnosis. Critical Levels.

#### INTRODUÇÃO

O crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) é uma cultura de inverno, pertencente à família Brassicaceae, originária da Etiópia e domesticada na região do Mediterrâneo (KNIGHTS, 2002). Apesar de pouco conhecido no Brasil, sua área de cultivo vem se expandindo desde o lançamento da primeira variedade de crambe no País, em 2007. Com custos baixos, alta tolerância à seca e à baixas

temperaturas, ciclo curto e teor de óleo nos grãos entre 35 e 38%, apresenta-se como alternativa de safrinha importante para as regiões Centro-Oeste, Sul e Sudeste do Brasil (PITOL et al., 2010).

A resposta do crambe à fertilidade do solo assemelha-se ao de outras *Brassicas*, como a colza (*Brassica napus* L.), a canola (*Brassica napus* L. e *Brassica rapa* L.) e a mostarda (*Brassica juncea* L.) (KNIGHTS, 2002). No entanto, ainda não há recomendações de adubações específicas para a cultura e se desconhece sua resposta à adubação. O estabelecimento da curva de resposta permite a definição do nível de suficiência do nutriente no solo a partir do qual os aumentos na produtividade da cultura são pouco prováveis e o retorno econômico inexpressivo, definindo-se então a dose de fertilizante a ser recomendada, de modo a satisfazer as necessidades da cultura. Este valor, em geral, é variável com o extrator usado, com a espécie cultivada e com o tipo de solo (RAIJ et al., 1997).

Malhi et al. (2007) verificaram que o K foi o nutriente mais exigido pelas culturas de canola e de mostarda, apresentando taxa máxima de absorção do elemento de 5,7 e 4,9 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, respectivamente. A concentração de 32 g kg<sup>-1</sup> de K em tecido foliar de colza foi sugerida como nível crítico (BRENNAN; BOLLAND, 2007a). De modo similar, Brennan e Bolland (2006) obtiveram respostas na produtividade de grãos à adição de K quando a concentração deste nas folhas de colza eram inferiores a 35 g kg<sup>-1</sup>. Aumentos significativos na produtividade de grãos de canola e/ou de colza com adubação potássica, foram relatados em vários países, incluindo Brasil (ÁVILA et al., 2004), Austrália (BRENNAN; BOLLAND, 2006; 2007a,b), China (ZOU; LU, 2010) e Paquistão (KHAN, 2004). Estes dados sugerem que o crambe possui alta demanda em K, porém, não há nenhum estudo que comprove tal inferência. O adequado suprimento de K é importante, principalmente para o controle de água na planta e para o processo de abertura e fechamento dos estômatos, que regulam a assimilação de CO<sub>2</sub> e a produção de fotoassimilados para os grãos, além de atuar no balanço iônico (MARSCHNER, 1995).

Este trabalho teve como objetivo estudar a resposta da cultura do crambe ao potássio do solo e determinar o nível de suficiência de K no solo e nas folhas em um Latossolo Vermelho do Cerrado sob o sistema de semeadura direta.

## MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi conduzido em um experimento de longa duração (2000-2010) com diferentes históricos de adubação potássica, localizado na Fazenda Experimental Lageado, Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, em Botucatu – SP (22°51' S, 48°26' W e altitude: 770 m). O clima da região, segundo classificação de Köppen, é do tipo Cfa, com chuvas no verão e seca no inverno, com precipitação total anual de 1.530 mm e temperatura média anual de 21 °C (CUNHA; MARTINS, 2009).

O solo foi classificado como Latossolo Vermelho de textura argilosa (480 g kg<sup>-1</sup> de argila), com relevo plano e boa drenagem. A área experimental foi conduzida no sistema de semeadura direta desde o ano de 2000 com soja na safra de verão e com aveia-preta e milho, no período de outono/inverno e primavera, respectivamente.

Os tratamentos consistiram de sete níveis de K no solo, resultantes da aplicação anual (2000 a 2010), na cultura de verão (soja), de 0, 30, 60, 90, 120, 150 e 180 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O em parcelas de 8,0 × 6,0 m, na forma de cloreto de potássio (KCl), com quatro repetições dispostas no delineamento de blocos casualizados. Antes da instalação do experimento, em março de 2010, subamostras de solo foram coletadas na camada de 0-20 cm, com trado tipo caneca em cinco pontos por parcela. Após coletadas, as amostras foram secas ao ar, destorroadas, passadas em peneiras com malha de 2,0 mm e analisadas quimicamente (RAIJ et al., 2001). Os resultados das análises químicas são mostrados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Propriedades químicas do solo na camada 0-20 cm de profundidade com diferentes históricos (2000-2010) de fertilização potássica

Aplicação anual de K <sub>2</sub> O (kg ha <sup>-1</sup> )	pH	MO g dm <sup>-3</sup>	P <sub>resina</sub> mg dm <sup>-3</sup>	H + Al	K <sub>resina</sub>	K <sub>Mehlich-1</sub>	Ca	Mg	SB	CTC	V
				----- mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----							%
0	5,2 <sup>ns</sup>	25 <sup>ns</sup>	31 <sup>ns</sup>	53 <sup>ns</sup>	0,6d	0,7d	36 <sup>ns</sup>	15 <sup>ns</sup>	52 <sup>ns</sup>	105 <sup>ns</sup>	49 <sup>ns</sup>
30	5,4	25	29	51	1,0d	1,1d	40	17	58	109	53
60	5,3	26	25	58	1,6c	1,6c	43	15	60	118	51
90	5,2	27	24	53	2,4b	2,0c	39	13	55	108	51
120	5,1	28	25	55	2,3b	2,8b	37	15	56	111	50
150	5,2	28	23	60	3,4a	3,5b	41	13	58	118	49
180	5,3	29	24	56	3,6a	4,2a	39	12	56	112	50

ns: não significativo pelo teste t (LSD) em nível de significância de 5%. Valores médios seguidos de letras diferentes apresentam diferenças significativas (teste t, p < 0,05).

A semeadura do crambe, cultivar FMS Brilhante (ciclo curto e tolerante à seca) foi realizada em 15/04/2010, com 30 sementes  $m^{-1}$ , em linhas espaçadas de 0,35 m. A adubação no sulco de semeadura constou da aplicação de 60  $kg\ ha^{-1}$  de N (sulfato de amônio) e 80  $kg\ ha^{-1}$  de  $P_2O_5$  (superfosfato triplo). No florescimento foram efetuadas amostragens do tecido foliar para avaliar os teores de K. Como não há recomendação de amostragem específica, coletou-se a terceira folha totalmente expandida a partir do ápice da haste principal, num total de 30 folhas por unidade experimental. As folhas coletadas foram lavadas em água deionizada e secas em estufa de circulação forçada de ar, a 60 °C por 72 h. As folhas foram moídas inteiras, incluindo o pecíolo. Em seguida, o teor de K foi determinado, após a digestão nitro-perclórica, por fotometria de chama (Malavolta et al., 1997).

A colheita do crambe foi realizada, manualmente, no dia 12/08/2010 cortando-se todas as plantas contidas em uma área de 2,8  $m^2$ . A produtividade de grãos foi estimada em  $kg\ ha^{-1}$  padronizando-se a umidade em 130  $g\ kg^{-1}$  (b.u.).

Os resultados de produtividade de grãos e de absorção de K foram submetidos à análise de variância e, quando os efeitos foram significativos, as médias foram comparadas pelo teste t (LSD) em nível de significância de 5%. A produtividade relativa de grãos (PR) foi obtida pela equação:

$$PR = \frac{\text{Produtividade do tratamento}}{\text{Produtividade máxima da cultura}} \times 100 \quad [1]$$

A curva de calibração foi obtida pela relação entre os teores de K no solo, antes da semeadura da cultura do crambe, determinados pelo método da resina (Raij et al., 2001) e de Mehlich-1 (Tedesco et al., 1995) e os valores da produtividade relativa calculada pela equação (1). A equação utilizada (2) foi à forma exponencial da equação de Mitscherlich que melhor se ajustou aos dados experimentais. A equação foi utilizada de modo a alcançar a produtividade relativa de 100%:

$$\hat{y} = \alpha (1 - 10^{-bx}) \quad [2]$$

em que  $\hat{y}$  representa a produtividade relativa,  $\alpha$  representa a produtividade máxima;  $b$  é o coeficiente de eficácia do nutriente, e  $x$  é o teor de K no solo em  $mg\ dm^{-3}$  e/ou teor de K nas folhas em  $g\ kg^{-1}$ . Os níveis de suficiência de K no solo e/ou no tecido foliar de crambe foram obtidos com a produtividade relativa de 90 %.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os métodos da resina e de Mehlich-1 extraíram teores semelhantes de K no solo (Tabela 2). Os teores de K no solo variaram de 23 a 140 mg dm<sup>-3</sup> (K-resina) e de 26 a 162 mg dm<sup>-3</sup> (K-Mehlich 1). Isso pode ser explicado pelo fato de as duas metodologias acessarem formas similares de K no solo, e corroboram os dados obtidos por Bortolon et al. (2009).

**Tabela 2.** Teor de potássio no solo determinado pelos métodos da resina e de Mehlich-1, produtividade de grãos e teor de potássio nas folhas e nos grãos de crambe

Adubação potássica	Potássio no solo		Produtividade	Teor de potássio		Potássio exportado
	Resina	Mehlich-1		Folha	Grão	
kg ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> K <sub>2</sub> O	----- mg dm <sup>-3</sup> -----		kg ha <sup>-1</sup>	----- g kg <sup>-1</sup> -----		kg ha <sup>-1</sup>
0	23	26	355 (27) <sup>(1)</sup>	9,7	9,8	3,4
30	38	45	685 (53)	14,5	11,4	7,7
60	63	64	987 (76)	20,5	12,0	11,8
90	94	79	1.158 (89)	24,2	12,9	15,1
120	90	111	1.236 (95)	26,4	13,5	16,7
150	131	136	1.305 (100)	36,9	13,9	18,2
180	140	162	1.297 (99)	35,5	14,1	18,3
<b>Média</b>	<b>83</b>	<b>89</b>	<b>1.003</b>	<b>24,0</b>	<b>12,5</b>	<b>13,0</b>
DMS	26	29	204	7,4	0,9	2,3
CV (%)	23,8	19,7	13,7	20,6	5,3	11,4

<sup>(1)</sup> Valores entre parênteses representam a produtividade relativa de grãos de crambe. DMS: diferença mínima significativa. CV: coeficiente de variação.

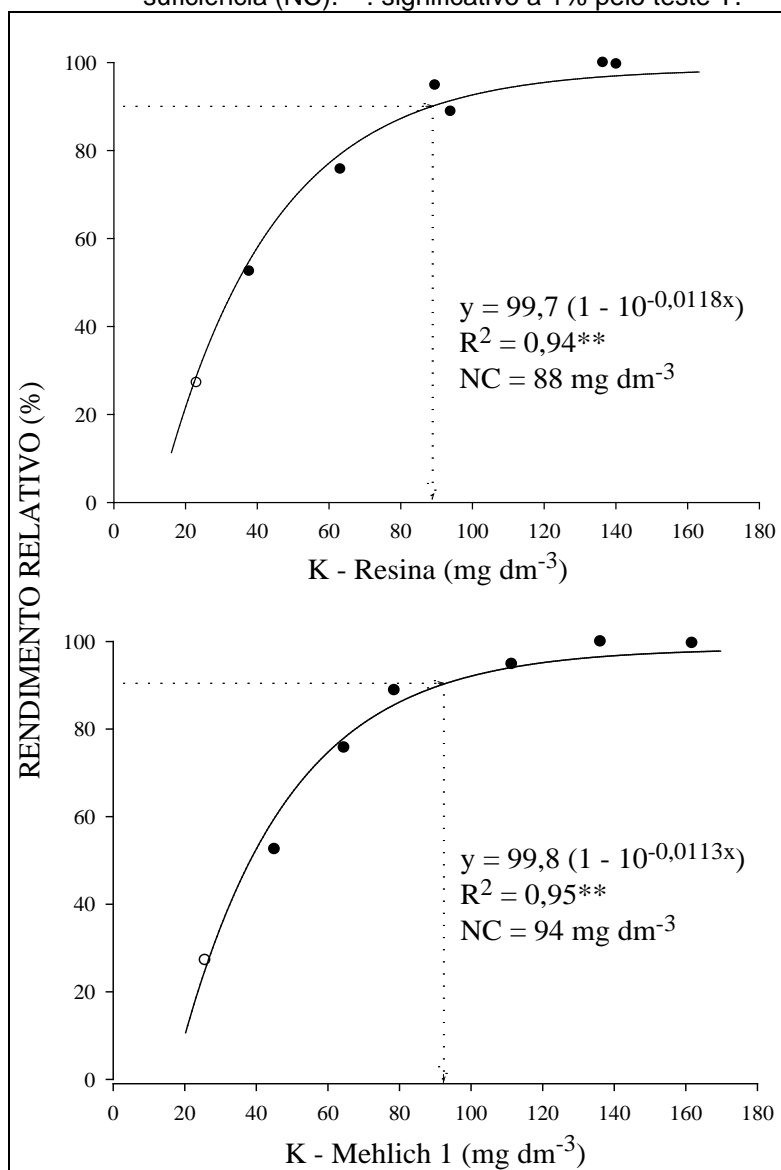
A produtividade de grãos de crambe foi limitada aos baixos teores de K no solo (Tabela 2). Baixa disponibilidade de K no solo (< 30 mg dm<sup>-3</sup> de K) proporcionou produtividade de grãos de crambe inferior a 30% da produtividade máxima. Em solo com baixa disponibilidade de K (15 mg dm<sup>-3</sup>), Brennan e Bolland (2007a) verificaram que as quatro cultivares de colza não produziram grãos. Aumentos significativos na produtividade de grãos de canola e de colza, espécies muito semelhante ao crambe, à adubação potássica foram relatados na literatura. (ÁVILA et al., 2004; KHAN, 2004; BRENNAN; BOLLAND 2006; 2007a,b; ZOU; LU, 2010).

O teor de K nos grãos de crambe aumentou com o acréscimo do teor de K no solo (Tabela 2), acompanhando o aumento na produtividade. O aumento no teor de K em grãos de colza também foi reportado por Brennan e Bolland (2006) em solos com diferentes níveis de K no solo. Para cada tonelada de grãos de crambe

produzida houve remoção média de 12,5 kg ha<sup>-1</sup> de K da lavoura (Tabela 2), quantidade esta superior à relatada para a cultura da canola (9 kg ha<sup>-1</sup> de K por tonelada de grãos) (HALLIDAY et al., 1992). Porém, os autores ressaltam que a quantidade de K absorvidas pelas plantas de canola foi de 114 kg ha<sup>-1</sup> de K para a produção de uma tonelada de grãos. A diferença entre a quantidade absorvida e exportada da lavoura é a quantidade do nutriente que permanece nos resíduos vegetais da canola, reportando desta forma que a cultura possui alta exigência em K, contudo, devido ao baixo teor nos grãos, pouco K é exportado, como observado também no presente estudo para a cultura do crambe.

Os níveis de suficiência de K no solo para a cultura do crambe obtido neste estudo foram de 88 e 94 mg dm<sup>-3</sup> de K, quando determinados pelo método da resina e de Mehlich-1, respectivamente (Figura 1). Esse valor é superior ao atual nível de suficiência de K (resina) (60 mg dm<sup>-3</sup>), estabelecido para os solos do Estado de São Paulo (RAIJ et al., 1997), determinado para as principais culturas de grãos cultivadas no Estado. Os resultados aqui apresentados confirmam a hipótese levantada de que, do mesmo modo que outras espécies pertencentes à família Brassicaceae, como a colza, a canola e a mostarda, o crambe possui alta exigência em K. Malhi et al. (2007) verificaram que o K foi o nutriente mais exigido pelas plantas de canola e de mostarda, apresentando taxa máxima de absorção do elemento de 5,7 e 4,9 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, respectivamente. Zou e Lu (2010) definiram como nível de suficiência para a canola um teor de K no solo de 135 mg kg<sup>-1</sup> de K extraído pela solução de acetato de amônio.

**Figura 1.** Produtividade relativa de grãos de crambe de acordo com a disponibilidade de K no solo extraído pelos métodos da resina - (a) e de Mehlich 1 - (b) e nível de suficiência (NC). \*\*: significativo a 1% pelo teste T.



No Brasil, o crambe é normalmente cultivado no outono/inverno em sucessão as culturas de interesse econômico, como a soja e o algodão, e sua nutrição apenas é baseada no efeito residual dos fertilizantes aplicados no verão. Desse modo, os dados (Figura 1) indicam, que o cultivo de crambe sem o fornecimento de K, em solos com teor de 60 mg dm<sup>-3</sup> de K, atual nível de suficiência utilizado no Estado de São Paulo (RAIJ et al., 1997), permitiria uma produção de grãos inferior a 80% da produtividade máxima. Decréscimos nesse teor podem acarretar drástica redução na produtividade, se a cultura não for adubada com esse nutriente. Isso pode ser atribuído ao pequeno intervalo entre o

nível de K no solo onde o crambe atinge 80% da produtividade máxima ( em torno de  $60 \text{ mg dm}^{-3}$  de K) e aquele em que a produtividade diminui para 30% ( $\sim 25 \text{ mg dm}^{-3}$  de K). Para a cultura da colza, Brennan e Bolland (2006) recomendaram a aplicação de doses variando de 50 a  $100 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$  para solos com teores de K inferiores a  $60 \text{ mg dm}^{-3}$  de K (Colwell) para os 10 cm superiores de solo. Em solos do Estado do Paraná, Ávila et al. (2004) verificaram que a aplicação de doses entre 50 e  $70 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$  mantiveram a produtividade de canola em níveis adequados. Rossetto et al. (1998) em solo com  $35 \text{ mg dm}^{-3}$  de K, observaram que a adubação potássica não favoreceu o crescimento das plantas e a produtividade de canola, porém acarretou maior retenção das siliquis nas colheitas realizadas tardiamente.

Dados referentes à resposta do crambe a adubação potássica ainda são incipientes. Um dos poucos estudos que abordam o assunto nas condições brasileiras foi realizado por Freitas (2010), no qual aplicando doses de K variando de 0 a  $60 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$  em um Latossolo Vermelho argiloso, fase cerrado, com teor acima de  $250 \text{ mg dm}^{-3}$  de K (Mehlich-1) não encontrou aumentos na produtividade de grãos nas safras de 2008 e 2009. Resultado este em decorrência do solo apresentar nível alto de disponibilidade de K. Segundo Raij et al. (1997), a quantidade de fertilizante potássico aplicado deve atender a demanda da cultura, mantendo os níveis de suficiência do nutriente no solo, mas pode ser reduzida, ou mesmo suspensa, quando o teor no solo atinge a classe considerada alta disponibilidade. Nesta classe de disponibilidade, há a indicação de que as plantas não respondem à adição de K.

O nível de suficiência de K no tecido foliar de crambe foi de  $26 \text{ g kg}^{-1}$  de K (Figura 2). Valor este inferior ao estabelecido para a cultura da colza 32 a  $35 \text{ g kg}^{-1}$  de K. (BRENNAN; BOLLAND, 2006; 2007a).

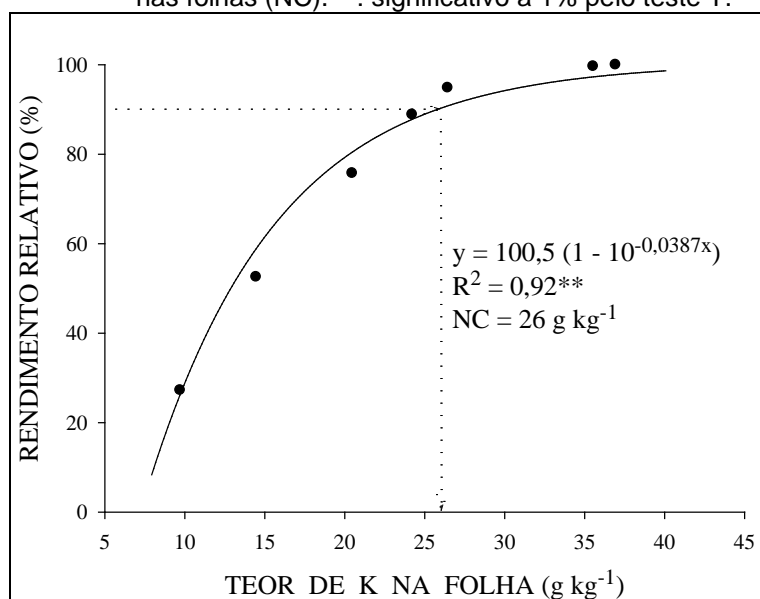
No entanto, são superiores aos de culturas de grãos tradicionalmente cultivadas no Brasil. Scherer (1998) definiu como nível de suficiência para a soja uma concentração de  $17 \text{ g kg}^{-1}$  de K no tecido foliar. Malavolta et al. (1997) estabeleceram, como ideal para o ótimo desenvolvimento da cultura da soja concentrações entre 17 e  $25 \text{ g kg}^{-1}$  de K na folha, confirmado os resultados reportados por Borkert et al. (1993).

Sintomas de deficiências severas de K nas plantas somente foram observadas com teores de K na folha inferiores a  $10 \text{ g kg}^{-1}$ . Inicialmente os



sintomas de deficiência de K se restringiram ao aparecimento de manchas cloróticas e necroses nas bordas das folhas mais velhas. Mas com o decorrer do desenvolvimento a deficiência resultou no abortamento de flores e grãos e retardamento das brotações laterais, levando a maturação desuniforme. Em soja, Scherer (1998) e Borkert et al. (1993) constataram deficiências severas de K nas plantas, quando os teores estavam abaixo de 9 e 12 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente.

**Figura 2.** Produtividade relativa de grãos de crambe de acordo com o teor de K no tecido foliar e nível de suficiência nas folhas (NC). \*\*: significativo a 1% pelo teste T.



## CONCLUSÕES

Quando os teores de K do solo, extraídos por resina e por Mehlich-1, são superiores a 88 e 94 mg dm<sup>-3</sup>, respectivamente, equivalente a 26 g kg<sup>-1</sup> de K nas folhas, o aumento da produtividade de grãos da cultura do crambe é improvável. Estes valores devem corresponder ao nível de suficiência da cultura e são suficientes para atingir produtividade de grãos relativa de 90%.

## REFERÊNCIAS

ÁVILA, M. R.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; ALBRECHT, L. P. Adubação potássica em canola e seu efeito no rendimento e na qualidade fisiológica e sanitária das sementes. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 26, n. 4, p. 475-481, 2004.

BORKERT, C. M.; SILVA, D. N.; SFREDO, G. J. Calibração de potássio nas folhas de soja em Latossolo Roxo distrófico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 17, n. 4, p.227-230, 1993.

BORTOLON, L.; SCHLINDWEIN, J. A.; GIANELLO, C. Métodos de extração de fósforo e potássio no solo sob sistema plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n.9, p. 2400-2407, 2009.

BRENNAN, R. F.; BOLLAND, M. D. A. Comparing the potassium requirements of canola and wheat. **Australian Journal of Agricultural Research**, Collingwood, v. 58, n. 4, p. 359-366, 2007a.

BRENNAN, R. F.; BOLLAND, M. D. A. Influence of potassium and nitrogen fertilizer on yield, oil and protein concentration of canola (*Brassica napus* L.) grain harvested in south-western Australia. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Collingwood, v. 47, n. 8, p. 976-983, 2007b.

BRENNAN, R. F.; BOLLAND, M. D. A. Soil and tissue tests to predict the potassium requirements of canola in south-western Australia. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Collingwood, v. 46, n. 5, p. 675-679, 2006.

CUNHA, A. R.; MARTINS, D. Classificação climática para os municípios de Botucatu e São Manuel. **Irriga**, Botucatu, 14, n. 1, p. 1-11, 2009.

FREITAS, M. E. **Comportamento agrônômico da cultura do crambe (*Crambe abyssinica* Hoechst) em função do manejo empregado**. 2010, 42 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Produção Vegetal) - Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS.

HALLIDAY, D. J.; TRENKEL, M. E.; WICHMANN, W. **IFA world fertilizer use manual**. Paris: International Fertilizer Industry Association - IFIA, 1992. 632 p.

KHAN, H. Z; MALIK, M. A.; SALEEM, M. F.; AZIZ, I. Effect of different potassium fertilization levels on growth, seed yield and oil contents of canola (*Brassica napus* L.). **International Journal of Agriculture and Biology**, Faisalabad, v. 6, n. 3, p. 557-559, 2004.

KNIGHTS, E. G. **Crambe**: A North Dakota case study. A report for the rural industries research and development corporation, RIRDC Publication No. W02/005, Kingston, 2002. 25p.

MALAVOLTA, E. A.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, A. S. **Avaliação do estado nutricional das plantas**: princípios e aplicações. Piracicaba: POTAFOS. 1997, 201p.

MALHI, S. S.; JOHNSTON, A. M.; SCHOENAU, J. J.; WANG, Z. H.; VERA, C. L. Seasonal biomass accumulation and nutrient uptake of canola, mustard, and flax on a Black Chernozem soil in Saskatchewan. **Journal of Plant Nutrition**, Philadelphia, v. 30, n. 4, p. 641-658, 2007.

MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. London: Academic Press, 1995. 889p.

PITOL, C.; BROCH, D. L.; ROSCOE, R. **Crambe**: Tecnologia e Produção. Maracaju: Fundação MS, 2010. 60p.

RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2ed., Campinas: Instituto Agrônômico, 1997. 285p. (Boletim Técnico, 100).

RAIJ, B. van.; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. (Ed.). **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2001. 285p.

ROSSETTO, C. A. V.; NAKAGAWA, J.; ROSOLEM, C. A. Efeito da adubação potássica e da época de colheita na produtividade de canola. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 22, n. 2, p. 87-94, 1998.

SCHERER, E. E. Níveis críticos de potássio para a soja em Latossolo Húmico de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 22, n. 1, p. 57-62, 1998.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. **Análises de solos, plantas e outros materiais**. 2 ed. Porto Alegre: UFRGS - Departamento de Solos. 1995, 174p. (Boletim Técnico, 5).

ZOU, J.; LU, J. W. Yield response of winter rapeseed to potassium fertilization, use efficiency and soil's potassium critical level in the Yangtze River Valley. **e-ifc - International Fertilizer Correspondent**. n.23, p.13-20, 2010. Disponível em <http://www.ipipotash.org/eifc/2010/23/4>.