

Influência da saturação por bases no crescimento e produção de crambe

Moniki Campos Janegitz¹; Genivaldo David de Souza-Schlick¹; Leandro Tropaldi¹ e Susiane de Moura Cardoso¹

¹ Departamento de Produção Vegetal, Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista – UNESP. Rua José Barbosa de Barros, 1780, Caixa Postal 237, CEP 18610-307, Botucatu (SP).

monikijanegitz@yahoo.com.br, genivald@fca.unesp.br, tropaldi@ibest.com.br, susianemoura@yahoo.com.br

Resumo: São escassos os trabalhos com crambe (*Crambe abyssinica* Hochst. ex Fries), sendo necessários estudos que caracterizem o nível de saturação por bases do solo adequado para o desenvolvimento da cultura, visando subsidiar futuros programas de recomendação de calagem para a cultura. Este estudo teve como objetivo avaliar o efeito da saturação por bases no desenvolvimento e produção de grãos de crambe cultivado em solo de textura média. O delineamento experimental adotado foi de blocos ao acaso com oito repetições. Os tratamentos foram constituídos por três níveis de saturação por bases do solo (50%, 65% e 80%). As avaliações foram realizadas aos 35 dias após emergência das plantas (florescimento) e no final do ciclo da cultura. Os dados evidenciaram que a saturação por bases do solo afetou significativamente o número de folhas por planta, área foliar, massa de matéria seca da parte aérea e total de plantas de crambe, e não influenciou o diâmetro do caule, massa de matéria seca das raízes, relação raiz/parte aérea e produção de grãos da cultura. A saturação por bases adequada para o desenvolvimento e produção de grãos de crambe em solo de textura média encontra-se entre 50% e 65%. A saturação de bases de 80% em solo de textura média reduz o crescimento das plantas de crambe.

Palavra Chave: *Crambe abyssinica*, tolerância a alumínio, acidez do solo.

Influence of base saturation on growth and yield of crambe

Abstract: There are few studies with crambe (*Crambe abyssinica* Hochst. Ex Fries), and studies that characterize the level of saturation in soil suitable for crop development, to support future programs liming for culture. This study aimed to evaluate the effect of base saturation in the development and yield of crambe grown in sandy soil. The experimental design was randomized blocks with eight replications. The treatments consisted of three levels of soil base saturation (50%, 65% and 80%). Evaluations were performed at 35 days after plant emergence (flowering) and at the end of the cycle. The data showed that the base saturation of soil significantly affected the number of leaves per plant, leaf area, dry matter of shoots and total plants crambe and did not affect stem diameter, dry weight of roots, root / shoot and grain yield of the crop. Base saturation suitable for development and yield of crambe in sandy soil is between 50% and 65%. The base saturation of 80% in sandy soil reduces plant growth crambe.

Key words: *Crambe abyssinica*, aluminum tolerance, soil acidity

Introdução

A busca por fontes alternativas e renováveis de energia tornou-se uma constante no mundo devido à escassez e aos impactos ambientais gerados por fontes não renováveis, como o petróleo. O biodiesel surge como uma alternativa em relação ao petróleo e seus derivados, já que sua produção é obtida de fontes renováveis como plantas oleaginosas e gordura animal, reduzindo a emissão de poluentes para a atmosfera (Maia, 2009).

O crambe (*Crambe abyssinica* Hochst. ex Fries) é uma cultura de inverno, pertencente à família Brassicaceae, originária da Etiópia e domesticada no Mediterrâneo (Knights, 2002). Apesar de pouco conhecido e cultivado no Brasil, sua área de cultivo vem se expandindo desde o lançamento da primeira variedade de crambe no País, em 2007 (Roscoe e Delmontes, 2008). Com custos baixos, alta tolerância ao déficit hídrico e baixas temperaturas, ciclo curto, apresenta-se como alternativa de safrinha interessante para as regiões Centro-Oeste, Sul e Sudeste do Brasil (Pitol *et al.*, 2010). O crambe é uma cultura considerada potencial para a produção industrial de biocombustíveis, pelo elevado potencial lubrificante e teor de óleo em sua composição, com percentual de óleo total nos grãos entre 30 e 45% (Katepa-Mupondwa *et al.*, 1999).

A resposta do crambe à fertilidade do solo é semelhante ao de pequenos grãos (Knights, 2002), como a colza (*Brassica napus* L.) a canola (*Brassica napus* L. e *Brassica rapa* L.) e a mostarda (*Brassica juncea* L.), porém, ainda não há recomendações específicas para a cultura, e se desconhece sua resposta a saturação por bases do solo. Dados técnicos relatam que o crambe não tolera acidez do solo (Pitol *et al.*, 2010), exigindo solos bem corrigidos e preferencialmente eutróficos, porém, não há nenhum estudo que comprove tal inferência.

A determinação da necessidade de calagem para culturas no Estado de São Paulo tem sido recomendada pelo método da elevação no valor da saturação por bases (Raij *et al.*, 1985). Esse critério baseia-se na elevação da soma de bases trocáveis ($S = Ca^{2+} + Mg^{2+} + K^{+}$), em relação à $CTC_{pH\ 7,0}$ do solo ($S + H^{+} + Al^{3+}$), a um valor adequado para cada cultura.

Nas regiões tropicais e subtropicais os solos, na grande maioria, caracteristicamente são ácidos, seja pela ocorrência de elevada precipitação que promove a lixiviação de quantidades apreciáveis de bases trocáveis (Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^{+}), seja pela ausência de minerais primários e secundários, responsáveis pela reposição dessas bases (Fernandes *et al.*, 2003). A maneira mais adequada tecnicamente e economicamente de se fornecer Ca e Mg ao solo é por meio da calagem (Werner, 1994). A calagem também tem outras funções como elevar os

valores de pH do solo, reduzindo a atividade de Al e Fe e aumentando a disponibilidade de nutrientes, notadamente o P (Fernandes *et al.*, 2003).

Lierop *et al.* (1979) relataram que a escolha do calcário foi primordial para evitar a deficiência de Ca ou Mg, principalmente em solos arenosos com baixa capacidade de troca catiônica, pois como o reservatório de íons é baixo, a relação Ca:Mg do calcário pode proporcionar desbalanço destes e portanto, competição pelos sítios de absorção da planta. A competição entre Ca, Mg e K pelo mesmo sítio de troca, no processo de absorção, pode resultar no menor acúmulo de um desses elementos tendo como consequência menor produtividade decorrente do menor desenvolvimento da planta.

Com base no exposto, com a hipótese de verificar qual a saturação por bases adequada para o crescimento da cultura do crambe, este estudo teve como objetivo avaliar o efeito da saturação por bases no desenvolvimento e produção de grãos de crambe cultivado em solo de textura média.

Material e Métodos

O experimento foi realizado em casa de vegetação no Departamento de Produção Vegetal, Universidade Estadual Paulista, em Botucatu, SP, no período de abril a julho de 2010.

O solo utilizado foi um Latossolo Vermelho distroférico típico (EMBRAPA, 2006), com 630 g kg⁻¹ de areia, 40 g kg⁻¹ de silte e 330 g kg⁻¹ de argila, apresentando pH em CaCl₂ de 4,2, 20 g dm⁻³ de matéria orgânica, 2 mg dm⁻³ de P_{resina}, 61 mmol_c dm⁻³ de H⁺ + Al³⁺, 2 mmol_c dm⁻³ de Ca²⁺; 1 mmol_c dm⁻³ de Mg²⁺, 1 mmol_c dm⁻³ de K⁺, CTC a pH 7,0 de 66 mmol_c dm⁻³ e 7% de saturação por bases (Raij *et al.*, 2001).

O delineamento experimental adotado foi de blocos ao acaso com oito repetições e os tratamentos foram constituídos por três níveis de saturação por bases do solo (50%, 65% e 80%). A elevação da saturação por bases do solo foi realizada com a aplicação de calcário dolomítico (39% de CaO; 13% de MgO e PRNT de 96,5%), em quantidade calculada segundo a Equação 1, conforme Raij *et al.* (1997). Em seguida, as amostras foram umedecidas até alcançar 70% da capacidade de retenção de água do solo, e incubadas durante um período de 20 dias.

$$NC = \frac{CTC (V_2 - V_1)}{10 \times PRNT} \quad (1)$$

Onde:

NC = Necessidade de calagem, em $t \text{ ha}^{-1}$,

CTC = Capacidade de troca de cátions, em $\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de solo,

V_1 = Saturação por bases dada pela análise do solo,

V_2 = Saturação por bases que se pretende atingir,

PRNT = Poder Relativo de Neutralização Total do calcário.

Após o período de incubação com calcário, o solo foi transferido para vasos de polietileno com capacidade para 15 dm^3 de solo e adubado com 75 mg dm^{-3} de N (na forma de sulfato de amônio e de nitrato de amônio), 150 mg dm^{-3} de P (termofosfato) e 120 mg dm^{-3} de K (cloreto de potássio). Cada unidade experimental foi constituída por dois vasos.

Foram semeadas 12 sementes de crambe (*Crambe abyssinica*, cultivar FMS Brilhante) por vaso. Sete dias após a emergência das plântulas, realizou-se o desbaste, deixando-se três plantas por vaso. O teor de água do solo foi monitorado diariamente e corrigido sempre que necessário, para que permanecesse próximo a 80% da capacidade de retenção de água do solo.

As avaliações foram realizadas aos 35 dias após a emergência e na maturidade fisiológica. Aos 35 dias após a emergência das plantas avaliou-se o número de folhas por planta, diâmetro caulinar (medido a 4 cm da superfície do solo com um paquímetro eletrônico), área foliar (obtida a partir do uso de "Area Meter"), massa de matéria seca da parte aérea e das raízes (obtida por pesagem em balança analítica após secagem em estufa de circulação de ar forçado a $65 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ até massa constante). A partir da matéria seca da parte aérea e das raízes, calculou-se a relação raiz/parte aérea. Na maturidade fisiológica da cultura avaliou-se a produção de grãos de crambe.

Os dados obtidos foram submetidos à análise da variância e as médias foram comparadas pelo teste t (LSD) a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

A análise do solo realizada por ocasião do florescimento do crambe, aos 55 dias após a calagem (Tabela 1), revelou que a saturação por base do solo foi semelhante à porcentagem

desejada. Fato este que pode ser atribuído a menor capacidade tampão do solo utilizado, já que o mesmo possui textura média. Solos arenosos possuem menor poder tampão que solos argilosos, e conseqüentemente possuem menor capacidade de resistir a elevação do pH do solo.

Tabela 1. Análise de solo obtida aos 55 dias após a calagem por ocasião do florescimento do crambe

Tratamento ⁽¹⁾	pH	MO	P _{resina}	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V ⁽²⁾
	CaCl ₂	g dm ⁻³	mg dm ⁻³	-----	-----	mmol _c dm ⁻³	-----	-----	-----	%
50	5,4	24	50	35	0,9	20	19	40	75	53
65	5,7	25	56	25	0,8	26	25	52	77	67
80	6,2	22	61	18	0,5	38	35	73	91	80

⁽¹⁾ Saturação por bases a atingir. ⁽²⁾ Saturação por bases verificadas 55 dias após a realização da calagem.

A saturação por bases variando de 50% a 80% em solo de textura média afetou significativamente o número de folhas por planta, área foliar, massa de matéria seca da parte aérea e total de plantas de crambe, e não influenciou o diâmetro do caule, massa de matéria seca das raízes, relação raiz/parte aérea e produção de grãos de crambe (Tabela 2).

Tabela 2. Número de folhas por planta, diâmetro do caule, área foliar, matéria seca da parte aérea, de raízes e total das plantas, relação raiz/parte aérea e produção de grãos de crambe cultivado em solo de textura média com diferente saturação por bases

Saturação por base	Folhas por planta	Diâmetro do caule	Área foliar	Matéria seca			Relação R/PA	Produção de grãos
				Parte aérea	Raízes	Total		
(%)	(nº)	(mm)	(cm ²)	-----	(g planta ⁻¹)	-----		(g planta ⁻¹)
50	97 a	11,5 a	3780 a	19,8 a	4,9 a	24,7 a	0,26 a	2,59 a
65	91 a	11,4 a	3667 ab	20,2 a	4,6 a	24,8 a	0,22 a	2,22 a
80	75 b	10,5 a	3274 b	17,1 b	4,4 a	21,5 b	0,25 a	2,52 a
CV (%)	17,0	9,1	13,1	13,5	21,4	12,8	22,3	22,2
DMS	15,5	1,0	485	2,6	1,0	3,1	0,05	0,56

Média seguida de letra diferente difere entre si pelo teste t (LSD) a 5% de probabilidade.

A saturação por bases de 80% reduziu o número de folhas por planta e a matéria seca da parte aérea das plantas de crambe (Tabela 2). Tal fato possivelmente deve-se que a correção da acidez do solo e, conseqüentemente elevação do pH diminui a concentração das formas assimiláveis de micronutrientes, como o boro, cobre, ferro, manganês e zinco no solo. Quaggio (2000) evidenciaram cita que a disponibilidade de micronutriente no solo é diretamente afetada pelo pH, uma vez que ao elevar o pH do solo a disponibilidade do

referido micronutriente é diminuída, devido ao aumento da retenção no complexo coloidal ou a redução da solubilidade de suas fontes.

Munoz Hernandez e Silveira (1998) analisando plantas de milho verificaram que com o aumento da saturação por bases foram acrescentadas maiores quantidades de Ca e Mg ao solo, proporcionando aumentos no crescimento das plantas e maior produção de matéria seca. Porém, os dados obtidos contrariam este comportamento, ao passo que a elevação da saturação por bases promoveu um decréscimo na produção de matéria seca da parte aérea.

O desenvolvimento do sistema radicular das plantas de crambe não foi afetado pela saturação por bases do solo (Tabela 2). Dessa forma para esta condição, a presença de Al^{3+} na proporção encontradas no solo estudado não foi o suficiente para afetar a divisão e o alongamento celular. Outro ponto importante a se considerar são os teores elevados de Ca e Mg no solo, que variaram de 20 a 38 $mmol_c\ dm^{-3}$ de Ca e de 19 a 35 $mmol_c\ dm^{-3}$ de Mg (Tabela 1). Estes dados confirmam as recomendações disponíveis para a cultura, uma vez o crambe é considerado uma planta que exige solos de boa a alta fertilidade para seu adequado desenvolvimento (Pitol et al. 2010). Estes autores relatam que camada de 0-20 cm deve estar corrigida e a de 20-40 cm deve conter baixa saturação por Al^{3+} . Porém, ressalta-se que o crambe quando cultivado em solo de textura média não responde ao aumento da saturação por bases do solo a valores maiores que 65%.

O crescimento das raízes segue um padrão característico da espécie e esta relacionado ao crescimento da parte aérea, com tendência a manutenção da relação raiz/parte aérea dentro de determinados limites. No presente estudo a relação raiz/parte aérea variou de 0,22 a 0,26. Segundo Soares (2003) o crescimento da raiz tem prioridade na germinação e crescimento inicial das plantas, ou seja, maior relação raiz/parte aérea. Em seguida ocorre maior crescimento da parte aérea, que passa a ter prioridade, diminuindo a relação raiz/parte aérea, especialmente na fase reprodutiva, quando grande parte dos fotoassimilados está nas sementes.

A produção de grãos de crambe não foi afetada significativamente pelo aumento da saturação por bases do solo. É importante ressaltar que a prática da calagem pode ou não ocorrer, dependendo então da característica da espécie a ser cultivada, principalmente no que se refere à tolerância a acidez (Vale et al. 1996).

Conclusões

A saturação por bases adequada para o desenvolvimento e produção de grãos de crambe em solo de textura média encontra-se entre 50% e 65%.

A saturação de bases de 80% em solo de textura média reduz o crescimento das plantas de crambe.

Referências

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2ed. Rio de Janeiro, 2006. 412p.

FERNANDES, A. R.; LINHARES, L. C. F.; MORAIS, F. I. O.; SILVA, G. R. da. Características químicas do solo, matéria seca e acumulação de minerais nas raízes de adubos verdes, em resposta ao calcário e ao fósforo. **Revista de Ciências Agrárias**, n. 40, p. 45-54, 2003.

KATEPA-MUPONDWA, F. Developing oilseed yellow mustard (*Sinapis alba* L.) in Western Canada. In: PROC 10TH INT, 1999, Canberra, Australia. 10th International Rapeseed Congress, Canberra, Australia: The Regional Institute Ltd, 1999. 6p.

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.

LIEROP, W. van; MARTEL, Y.A.; CESCAS, M.P. Onion response to lime on acid histosols as affected by Ca/Mg ratios. **Soil Science Society of America Journal**, v.43, p.1172-1177, 1979.

MAIA, V. Planta nativa do cerrado amplia fontes para produção de biodiesel. On line. 2009. Disponível em <<http://blogln.ning.com/profiles/blogs/planta-nativa-do-cerrado>>. Acesso dia 28 de fevereiro de 2009.

MUNOZ HERNANDEZ, R. J; SILVEIRA, R.I. Efeitos da saturação por bases, relações ca:mg no solo e níveis de fósforo sobre a produção de material seco e nutrição mineral do milho (*Zea mays* L.). **Scientia Agrícola**, v. 55, n. 1, p.78-86, 1998.

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

QUAGGIO, J.A. **Acidez e calagem em solo tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 2000, 111p.

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

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

ROSCOE, R.; DELMONTES, A.M.A. **Crambe é nova apção para biodiesel**. Agrianual 2009. São Paulo: Instituto FNP, 2008. p. 40-41.

SOARES, M.A. **Influencia de nitrogênio, zinco e boro e de suas respectivas interações no desempenho da cultura do milho (*Zea mays* L.)**. Piracicaba, 2003, 92p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.

VALE, F.R.; FURTINI NETO, A. E.; RENO, N.B.; FERNANDES, L. A.; RESENDE, A. V. Crescimento radicular de espécies florestais em solo ácido. **Pesquisa agropecuária Brasileira**, v. 31, n.9, p 609-616, 1996.

Recebido em: 19/11/2010

Aceito para publicação em: 10/12/2010