

## Efeito do cobre e cádmio no desenvolvimento da cultura do crambe<sup>(1)</sup>

**Lúcia Helena Garófalo Chaves<sup>(2)</sup>; Gilvanise Alves Tito<sup>(3)</sup>; Josely Dantas Fernandes<sup>(4)</sup>;  
Antonio Fernandes Monteiro Filho<sup>(5)</sup>**

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos da CAPES;

<sup>(2)</sup> Professora titular do Departamento de Engenharia Agrícola; Universidade Federal de Campina Grande; Campina Grande, Paraíba; E-mail: [lhgarofalo@hotmail.com](mailto:lhgarofalo@hotmail.com); <sup>(3)</sup> Bolsista PNP/CAPEs, Pós-doutoranda do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Pós-Graduação em Recursos Naturais; Universidade Federal de Campina Grande;

<sup>(4)</sup> Pesquisador da Universidade Estadual da Paraíba; <sup>(5)</sup> Doutorando em Engenharia Agrícola/ UFCG.

**RESUMO:** O crambe é uma cultura promissora para a produção de biodiesel, principalmente devido ao elevado teor de óleo das sementes. Objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito de cobre e cádmio no desenvolvimento do crambe. O trabalho foi realizado em casa de vegetação constando de dois experimentos independentes em delineamento experimental inteiramente casualizado, avaliando o desempenho de dois metais com cinco níveis 0; 10; 15; 20 e 25 mg kg<sup>-1</sup> para cada elemento estudado. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e comparação de médias pelo teste de Tukey a 1 e 5% de significância. Estes metais não influenciaram significativamente o diâmetro caulinar, os pesos de caule, da parte aérea e das raízes e a relação raiz/parte aérea. Apesar das doses utilizadas de cádmio e cobre no cultivo de crambe terem influenciadas em algumas das variáveis avaliadas das plantas, em geral, o desenvolvimento das mesmas foi semelhante em relação às doses e aos metais aplicados. A importância do cultivo do crambe está relacionada à produção dos grãos, com base nisso o cobre e, principalmente o cádmio, prejudicaram esta produção.

**Termos de indexação:** metais pesados, biodiesel, oleaginosa.

### INTRODUÇÃO

O crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) é uma espécie pertencente à família Brassicaceae, originária da Etiópia e domesticada no Mediterrâneo (Knights, 2002). Caracteriza-se por ser um vegetal arbustivo, de ciclo curto, podendo ser colhido entre os 90 e 95 dias com maturação uniforme, apresentando boa produção. O crambe consegue se desenvolver em condições climáticas antagônicas, com grande tolerância à seca e até a geada (Desai, 2004).

Segundo Pitol et al. (2010), o crambe, plantado na "safrinha" constitui uma excelente alternativa para a rotação de culturas, pois possui ciclo curto, rusticidade, precocidade e cultivo

mecanizável, empregando os mesmos equipamentos utilizados para as tradicionais culturas de grãos, maximizando o uso das máquinas e equipamentos. Nos últimos anos essa cultura vem ganhando importância no Brasil devido a sua aptidão para a produção industrial de biocombustíveis (Teixeira et al., 2011). Dessa forma, a utilização do crambe para a produção de combustíveis menos poluentes, significa uma alternativa importante para complementar uma matriz energética mais sustentável e menos poluidora.

A maioria dos metais pesados é essencial aos seres vivos como, por exemplo, Co, Cu, Mn, Fe, Zn, Ni, entre outros, enquanto o Cd, Hg e Pb não apresentam nenhuma função biológica, porém, tanto os metais essenciais como os não-essenciais causam, em doses excessivas, problemas ao metabolismo desses seres (McBride, 1994). Estes metais podem expressar seu potencial poluente diretamente nos organismos do solo, pela disponibilidade às plantas em níveis fitotóxicos, além da possibilidade de transferência para a cadeia alimentar através das próprias plantas ou pela contaminação das águas de superfície e subsuperfície (Soares et al., 2005).

Devido o crescente interesse no cultivo do crambe no Brasil para produção do biodiesel, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito de cobre e cádmio no desenvolvimento do crambe.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no período de agosto a novembro de 2012 em condições de casa de vegetação da UFCG-PB. O solo utilizado foi proveniente do município de Lagoa Seca, PB, foi coletado na camada de 0-20 cm de profundidade, seco ao ar, peneirado em malha de 2,0 mm e caracterizado química e fisicamente segundo os métodos adotados pela EMBRAPA (1997): 845,6 g kg<sup>-1</sup> de areia; 47,2 g kg<sup>-1</sup> de silte e 107,2 g kg<sup>-1</sup> de argila, apresentando classificação textural como areia franca; pH (H<sub>2</sub>O) = 5,0; Ca =

0,51  $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ ; Mg = 0,20  $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ ; Na = 0,05  $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ ; K = 0,18  $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ ; H + Al = 0,56  $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ ; MO = 0,2  $\text{g kg}^{-1}$ ; P = 5,4  $\text{mg kg}^{-1}$ .

O trabalho de pesquisa constou de dois experimentos independentes em delineamento experimental inteiramente casualizado, avaliando o desempenho de 2 metais (cobre – Cu e cádmio – Cd) com cinco doses utilizando 0; 10; 15; 20 e 25  $\text{mg kg}^{-1}$ , com três repetições, totalizando 30 unidades experimentais. Cada unidade experimental constando de um vaso plástico com 9,0 kg de solo, previamente seco ao ar, passado em peneira de 4 mm, foi adubado com 10 g de NPK (15:9:20), contendo 166,7  $\text{mg N kg}^{-1}$ , 100  $\text{mg P}_2\text{O}_5 \text{ kg}^{-1}$  e 22,2  $\text{mg K}_2\text{O kg}^{-1}$  e irrigada com soluções de Cu e Cd de acordo com os tratamentos e com água destilada para atingir 80% da capacidade de campo. Visando dar oportunidade do solo interagir com os metais adicionados, permaneceram incubadas por 8 dias.

As mudas de crambe foram preparadas em copos plásticos com capacidade de 250 ml com substrato para as plantas utilizando as sementes sem o pericarpo; após 8 dias após a germinação (DAG) realizou-se o transplantio para os vasos. Dez dias após o transplantio foi realizado o desbaste deixando duas plantas por vaso. Os mesmos foram irrigados diariamente, mantidos próximo a capacidade de campo. Aos 90 DAG foi feita avaliação e 100 DAG as plantas foram colhidas. As variáveis avaliadas foram: altura de plantas, diâmetro caulinar, número de galhos, peso seco do caule, das folhas, da parte aérea, da raiz, relação raiz/parte aérea e peso de grãos. Os resultados foram submetidos às análises de variância e de regressão por polinômios ortogonais utilizando-se o programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2000).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação de cádmio na cultura do crambe influenciou significativamente a 5% de probabilidade apenas no número de galhos, no peso seco das folhas e no peso dos grãos (**Tabela 1**) cujos dados se ajustaram melhor aos modelos quadrático, cúbico e linear, respectivamente (**Figura 1**).

O aumento das doses de Cd no solo promoveu menor número de galhos, maior produção de folhagem e menor produção dos grãos. Com relação à folhagem, observou-se que as folhas se apresentaram grandes e espessas e galhos atrofiados da cultura, promovendo maior peso seco de folhas. Provavelmente devido a isto, o número de galhos diminuiu e a formação de grãos foi inibida ou promoveu grãos atrofiados diminuindo assim, o peso dos mesmos em

função dos níveis crescentes do Cd. Nas plantas, a presença de Cd afeta a absorção, transporte e uso de macronutrientes como cálcio, fósforo, potássio (Paiva et al., 2004), nitrato (Hernandez et al., 1996) e enxofre (Jiang et al., 2005), bem como de micronutrientes como ferro (Kurdziel et al., 2004) e cloro (Losch, 2004). Devido a estes efeitos, a presença de Cd também afeta o desenvolvimento das plantas.

A altura das plantas, o número de galhos e o peso dos grãos de crambe foram influenciados a 5% de probabilidade com os níveis crescentes do cobre (**Tabela 1**). Os dados destas variáveis se ajustaram melhor aos modelos cúbico, linear e quadrático, respectivamente (**Figura 2**).

O número de galhos diminuiu em função do aumento dos níveis de Cu. Estes valores foram maiores do que o valor observado por Dalchiavon et al. (2012), avaliando o efeito de densidades de plantio na altura de plantas de crambe. A presença de galhos é responsável por terem a função de sustentar os frutos além de serem fonte de dreno de minerais e fotoassimilados. Neste sentido, a diminuição do número de galhos pode aumentar a produção de grãos por diminuir o dreno de seiva para os mesmos, como pode ser observado, em parte, na **figura 2**.

O peso seco dos grãos houve um pequeno acréscimo na primeira dose do Cu em relação à testemunha decaindo com o aumento das doses. Mesmo com o agravante da contaminação no solo os resultados são superiores aos obtidos por Janegitz et al. (2010), avaliando o efeito da saturação por bases no desenvolvimento e produção de grãos de crambe cultivado em solo de textura média, onde verificou 2,22  $\text{g planta}^{-1}$ . Por outro lado, Frediani & Fernandes (2012) avaliando adubação orgânica em crambe conseguiram um peso médio de grão de 5,64  $\text{g planta}^{-1}$ .

Em relação a altura de planta, pode-se observar que os valores médios foram menores do que alguns citados na literatura. Segundo Desai et al. (1997) a altura do crambe pode chegar até 100 cm; já em Möller (2007) citou que a altura varia entre 70 a 90 cm; Santos et al. (2012) avaliando diferentes níveis de água para irrigação das plantas de crambe observaram a maior altura como 107,63 cm. Resultados inferiores ao presente trabalho foram encontrados por Carvalho et al. (2012) que observaram 45,25 cm de altura de planta cultivada em Latossolo do Cerrado com 75% de saturação de base e por Dalchiavon et al. (2012) que observaram 58 cm de altura de plantas cultivadas em função de diferentes espaçamentos em Latossolo Vermelho Distrófico típico. De acordo com Möller (2007), a altura varia em função da época de plantio e densidade de planta. No presente

trabalho, essa diminuição da altura da planta pode ter sido devido a adubação das plantas, e/ou o efeito dos metais e/ou devido a época do plantio (de agosto até novembro) o que está relacionado com o clima, ou seja, as plantas se desenvolveram em uma temperatura ambiental mais elevada do que nas outras regiões tradicionais de plantio de crambe (época de abril ou maio).

A aplicação dos metais ao solo, não afetou significativamente a relação raiz/parte aérea de plantas de crambe (**Tabela 1**), corroborando com Janegitz et al. (2010).

### CONCLUSÕES

Apesar das doses utilizadas de cádmio e cobre no cultivo de crambe terem influenciadas em algumas das variáveis avaliadas das plantas, em geral, o desenvolvimento das mesmas foi semelhante em relação às doses e aos metais aplicados.

A importância do cultivo do crambe está relacionada à produção dos grãos, com base nisso o cobre e, principalmente o cádmio, prejudicaram esta produção.

### AGRADECIMENTOS

Agradecimento especial a Capes, pela concessão da bolsa de Pós-doutorado da segunda autora.

### REFERÊNCIAS

CARVALHO, K. S.; SILVA, B. E. M.; AVELINO, C. E. et al. Crambe cultivado em latossolo do cerrado submetido à calagem. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer, 8:552-558, 2012.

DALCHIAVON, M. P.; SANTOS, R. F.; SOUZA, S. N. et al. Comportamento de altura de plantas de *Crambe abyssinica* em função da variação de densidade de plantio. Acta Iguazu, 1:33-43, 2012.

DESAI, B. B.; KOTECHA, P. M. & SALUNKHE, D. K. Seeds handbook: biology, production processing and storage. New York: Marcel Dekker, 1997. 627p.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Manual de métodos de análises de solo. 2 ed. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997. 212p.

FREDIANI, F. R. & FERNANDES, F. C. S. Avaliação de adubação orgânica em crambe. Cultivando o saber, Cascavel, 5:7-13, 2012.

FERREIRA, D. F. Análise estatística por meio do SISVAR (Sistema para Análise de Variância) para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE

INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45.. São Carlos, 2000. Anais. São Carlos: Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria, 2000. p. 255-258.

HERNANDEZ, L. E.; CARPENA-RUIZ, R. & GARATE, A. Alterations in the mineral nutrition of pea seedlings exposed to cadmium. Journal of Plant Nutrition, 19:1581-1598, 1996.

JANEGITZ, M. C.; SOUZA-SCHLICK, G. D.; TROPALDI, L. et al. (Influência da saturação por bases no crescimento e produção de crambe Cultivando o saber, 3:175-182, 2010.

JIANG, R. F.; MA, D. Y.; ZHAO, F. J. & McGRATH, S. P. Cadmium hyperaccumulation protects *Thlaspi caerulescens* from leaf feeding damage by thrips (*Frankliniella occidentalis*). New Phytologist, 167:805-814, 2005.

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.

KURDZIEL, B. M.; PRASAD, M. N. V. & STRZALKA, K. Photosynthesis in heavy metal stressed plants. In: PRASAD, M.N.V., Heavy metal stress in plants: From biomolecules to ecosystems., 2 ed. India, Springer. 2004 p.146-181.

LOSCH, R. Plant mitochondrial respiration under the influence of heavy metals. In: PRASAD M.N.V. ed. Heavy metal stress in plants: From biomolecules to ecosystems. 2 ed. India, Springer. 2004. 182- 200.

McBRIDE, M. D. Environmental Chemistry of soils. New York: Oxford University, 1994. 406p.

MÖLLER, M. Crambe, alternativa para a produção de óleo. Aracajú, MS. 40 slides. 2007. Disponível em: <[www.ruralsementes.com.br](http://www.ruralsementes.com.br)>. Acesso em: 19 dez 2012.

PAIVA, H. N.; CARVALHO, J. G.; SIQUEIRA, J. O. et al. Absorção de nutrientes por mudas de ipe-roxo (*Tabebuia impetiginosa* (Mart.) Standl.) em solução nutritiva contaminada por Cádmio. Revista Árvore, 28:189-197, 2004.

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

SANTOS, R. F.; FERNANDES, F. C. S.; SECCO, D. et al. Manejo de irrigação com evaporímetro em *Crambe abyssinica*. Acta Iguazu, 1:23-32, 2012.

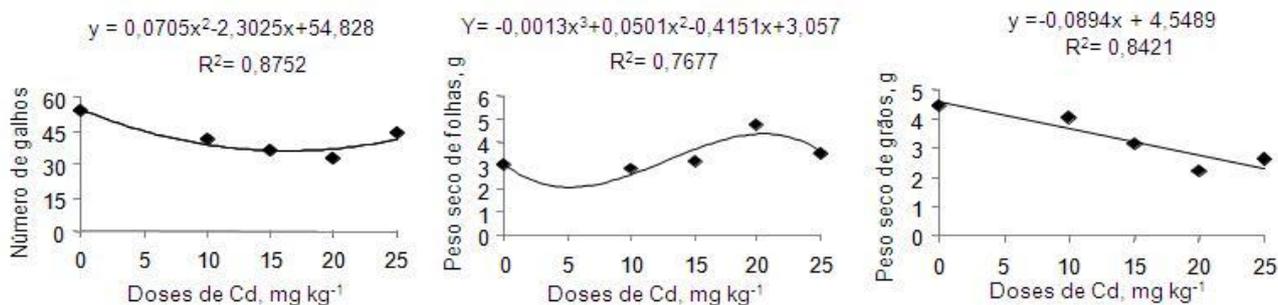
SOARES, C. R. F. S.; SIQUEIRA, J. O.; CARVALHO, J. G. et al. Fitotoxicidade de cádmio para *Eucalyptus maculata* e *E. urophylla* em solução nutritiva. Revista Árvore, 29:175-183, 2005.

TEIXEIRA, R. N.; TOLEDO, M. Z.; FERREIRA, G. et al. Germinação e vigor de sementes de crambe sob estresse hídrico. Irriga, 16:42-51, 2011.

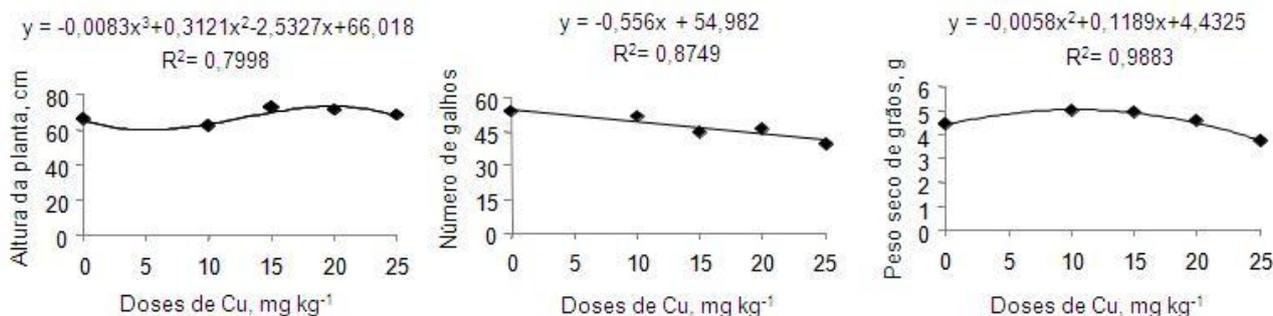
**Tabela 1.** Resumo das análises das variâncias para os dados da altura da planta (ALT), diâmetro caulinar (DIA), número de galhos (NG), peso seco de folhas (PF), peso seco de caule (PC), peso da parte aérea (PPA), peso seco de raiz (PR), relação do peso da raiz pelo peso da parte aérea (R/PPA) e peso seco de grãos (PG) em função das doses de cádmio e cobre.

FV	GL	Quadrado médio								
		ALT	DIA	NG	PF	PC	PPA	PR	PR/PPA	PG
<b>Cádmio</b>										
NIV	4	368,69 <sup>ns</sup>	0,72 <sup>ns</sup>	200,14	1,75	0,29 <sup>ns</sup>	2,47 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>	0,0001 <sup>ns</sup>	2,62
Lin.	-	-	-	358,13	2,23 <sup>ns</sup>	-	-	-	-	8,81
Qua.	-	-	-	342,42	0,02 <sup>ns</sup>	-	-	-	-	0,004 <sup>ns</sup>
Cub.	-	-	-	87,24 <sup>ns</sup>	3,12	-	-	-	-	1,60 <sup>ns</sup>
ERRO	10	266,98	0,56	45,46	0,46	0,99	2,42	0,07	0,0002	0,46
CV(%)		31,18	9,66	16,20	19,66	19,98	18,43	30,05	14,96	20,63
MG		52,40	7,80	41,63	3,47	4,98	8,45	0,91	0,106	3,30
<b>Cobre</b>										
NIV	4	55,85	2,49 <sup>ns</sup>	98,01	0,88 <sup>ns</sup>	1,14 <sup>ns</sup>	3,78 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>	0,0001 <sup>ns</sup>	0,73
Lin.	-	50,17 <sup>ns</sup>	-	342,96	-	-	-	-	-	0,59 <sup>ns</sup>
Qua.	-	1,30 <sup>ns</sup>	-	9,53 <sup>ns</sup>	-	-	-	-	-	2,31 <sup>**</sup>
Cub.	-	127,09	-	0,07 <sup>ns</sup>	-	-	-	-	-	0,03 <sup>ns</sup>
ERRO	10	14,25	1,18	22,43	0,26	0,49	1,29	0,04	0,0005	0,19
CV(%)		5,53	14,72	10,03	23,14	19,01	19,17	34,84	22,52	9,60
MG		68,23	7,41	47,20	2,23	3,71	5,94	0,61	0,1025	4,54

\*\* , \* , <sup>ns</sup> Significativo a 1 e 5 % de probabilidade e não significativo, respectivamente.



**Figura 1** – Número de galhos, peso seco de folhas e peso seco de grãos de crambe em função dos níveis de cádmio.



**Figura 2** – Altura de plantas, número de galhos e peso seco de grãos de crambe em função dos níveis de cobre.