

Produtividade de grãos e óleo da cultura do crambe em relação a doses de fertilizantes

Ricardo Henrique Zenatti¹, Octávio Henrique Viana¹ e Carlos Henrique Fornasari²

¹ Faculdade Assis Gurgacz – FAG, Curso de Agronomia. Avenida das Torres n. 500, CEP: 85.806-095, Bairro Santa Cruz, Cascavel, PR.

² Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Programa de Pós- Graduação em Energia na Agricultura. Rua Universitária, 2069, CEP 85819-110, Bairro Jardim Universitário, Cascavel – Paraná.

rik_zenatti@hotmail.com, octaviohv@fag.edu.br, carlos_fornasari@hotmail.com

Resumo: O biodiesel é um biocombustível oriundo de fontes oleaginosas renováveis que substitui parcialmente o diesel. A principal oleaginosa utilizada na produção é a soja, isso se deve ao mercado estabilizado da planta e o óleo que além de ser empregado na produção do biodiesel tem por principal destino o consumo humano e animal. Buscando outras fontes oleaginosas que não compitam com o mercado alimentar surge o crambe (*Crambe abyssinica* H.), cultura da família *Brassicaceae* que apresenta como principal produto o óleo, com até 38 %, possui características que se enquadram na produção de biodiesel. Para se cultivar uma planta são necessários elementos minerais essenciais, como o nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) para que esta se desenvolva. O trabalho tem por objetivo avaliar a produtividade, teor de óleo e peso de mil (1000) grãos do crambe em diferentes níveis de adubação de base. O experimento foi conduzido na Fazenda Escola pertencente a Faculdade Assis Gurgacz – FAG, localizada no município de Cascavel – Pr. Implantado em faixas com 4 tratamentos T-1, T-2, T-3 e T-4, correspondente a 0 kg.ha⁻¹ (testemunha), 100, 200 e 300 kg.ha⁻¹ de adubação de base NPK 10-15-15. As adubações influenciaram estatisticamente para a variável produtividade, onde o tratamento com 100 kg.ha⁻¹ apresentou incremento sobre os demais tratamentos, atingindo produtividade média de 1935,34 kg.ha⁻¹. As variáveis massa de mil grãos e teor de óleo não foram influenciadas pelos tratamentos.

Palavras-chave: *Crambe abyssinica* Hoechst; Fontes oleaginosas; NPK.

Productivity of grain and oil of the culture of the Crambe in relation to doses of fertilizers

ABSTRACT: Biodiesel is a biofuel derived from renewable oil sources that partially replaces diesel. The main oilseed production is used in soybeans, this is due to the market stabilized and oil plant which besides being used in the production of biodiesel is the main destination for human and animal consumption. Seeking other oil sources that do not compete with the food market arises crambe (*Crambe abyssinica* H.), Brassicaceae family culture that has oil as its main product, with up to 38%, has characteristics that fall in the production of biodiesel. To grow a plant are necessary elements essential minerals such as nitrogen (N), phosphorus (P) and potassium (K) for this to develop. The study aims to evaluate the yield, oil content and weight of one thousand (1000) grains of crambe at different levels of fertilizer application. The experiment was conducted at the Faculty Assisi School belonging Gurgacz - FAG, located in Cascavel - Pr Implanted banded treatments with 4 T-1, T-2, T-3 and T-4, corresponding to 0 kg. ha⁻¹ (control), 100, 200 and 300 kg ha⁻¹ of NPK 10-15-15 fertilizer application. Fertilization influenced statistically to yield, where treatment with 100 kg ha⁻¹

showed an increase over other treatments, reaching an average yield of 1935.34 kg ha⁻¹. Variables thousand grain weight and oil content were not affected by treatments.

Key words: *Crambe abyssinica* Hochst; oil sources; NPK.

Introdução

O biodiesel é definido como ésteres monoalquílicos de ácidos graxos de cadeia longa, derivados de lipídios naturais (Crestana, 2005). Um dos processos pelo qual a matéria-prima (óleo vegetal ou gordura animal) converte-se em biodiesel é denominado transesterificação (Knothe, 2006).

O biodiesel surgiu no mercado como um promissor substituto para os combustíveis fósseis. No Brasil, o governo lançou o Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB), que tem como objetivo implementar de forma sustentável a produção e uso do biodiesel (NAE, 2004), ampliando as possibilidades de pesquisas e aplicações de novas energias. A variedade de fontes oleaginosas para o biodiesel é vasta (EPE, 2007), onde as principais matérias primas para a produção do biodiesel são oriundas de culturas anuais, principalmente ciclo primavera/verão, como a soja, o girassol e a mamona, faltando alternativas para o outono/inverno que permitisse dar continuidade à produção de biodiesel, além de realizar rotação de cultura (Embrapa, 2004).

Para a obtenção de máxima eficiência da capacidade produtiva do solo, o planejamento de rotação de culturas deve considerar, além das espécies comerciais, aquelas destinadas à cobertura do solo, que produzam grandes quantidades de biomassa, cultivadas quer em condição solteira, quer em consórcio com culturas comerciais (Embrapa, 2004).

Nesta idéia, surge o crambe (*Crambe abyssinica*), cultura da família *Brassicaceae*, originária da região do Mediterrâneo e com relatos de ocorrência de algumas espécies na Etiópia (Weiss, 2000). Seu principal produto é o óleo, cerca de 35 %, além disso é uma cultura que não pode ser ingerida tanto pelo ser humano como pelos animais com isso torna - se viável para conversão em biodiesel (Machado *et al.*, 2007; Pitol *et al.*, 2010).

O óleo de crambe possui em média 60% de ácido erúico conferindo-lhe alta estabilidade a oxidação enquadrando nas normas internacionais para produção de biodiesel (Machado *et al.*, 2007).

Outras vantagens do óleo de crambe na produção de biodiesel são os custos relativamente baixos no Brasil e o seu baixo ponto de fusão (-12°C) (Roscoe e Delmontes, 2008).

Reuber *et al.* (2001) cita a baixa densidade de estocagem do grão (328 kg/m^3) é um dos gargalos no estabelecimento desta cadeia produtiva devido aos altos custos de transporte e armazenamento.

Ainda pouco conhecido e cultivado no Brasil, vem expandindo sua área desde o lançamento da primeira variedade de crambe no Brasil em 2007 (Roscoe e Delmontes, 2008). É uma oleaginosa robusta, ciclo curto (90 dias) conseguindo se desenvolver em condições climáticas antagônicas, suportando desde geadas típicas do sul do país até climas quentes e secos como do centro-oeste do país. Possui custo baixo de produção, ciclo curto e tolerância à secas e às baixas temperaturas. Apresenta-se como alternativa na safrinha para Mato Grosso do Sul e parte do Centro Oeste, Sul e Sudeste do Brasil (Pitol *et al.*, 2010; Roscoe e Delmontes, 2008).

Espaçamentos entre 17 e 45 cm e densidades entre 8 e $22,5 \text{ kg ha}^{-1}$ são recomendados para a semeadura do crambe, entretanto ainda com pouca informação sobre as implicações (Pitol, 2008; Knights, 2002).

Apesar de ser uma cultura rústica, necessita de solos profundos e corrigidos. Apresenta boa capacidade de reciclar nutrientes, aproveitando adubação residual. Contudo, não há recomendações em relação a dosagem e formulação adequada para adubação (Pitol *et al.*, 2010).

Segundo Malavolta (1989) para uma planta se desenvolver e ter uma produção necessita de elementos minerais essenciais, como o nitrogênio, fósforo e potássio (NPK). Quando não há disponibilidade adequada de um destes a planta não completa seu ciclo de vida.

O nitrogênio (N) no solo é absorvido através do fluxo de massa, em contato com as raízes, na forma de nitrato ou amônio (Malavolta *et al.*, 1997). Em oleaginosas como o crambe, o N determina o equilíbrio nos teores de proteínas acumuladas e produção de óleo, devido a influencia no metabolismo de síntese de compostos de reserva nas sementes (Castro *et al.*, 1999).

O fósforo (P) é o nutriente que é predominantemente encontrado no solo como íon fosfato (H_2PO_4^-) (Malavolta, 2006). Aplicado de forma adequada ele aumenta a resistência da planta ao frio além de melhorar o desenvolvimento da parte radicular (Malavolta, 1989).

A absorção do íon fosfato nas raízes ocorre, preferencialmente, por difusão, razão pela qual a absorção do nutriente depende do volume de solo explorado pelas raízes. Absorvido na planta, o fosfato é incorporado em compostos orgânicos incluindo açúcares fosfatados, fosfolipídios e nucleotídeos. Seu principal ponto de entrada é via assimilação e ocorre durante

a formação de ATP (adenosina trifosfato) sendo esta a molécula de energia da célula (Malavolta, 1997).

O potássio (K) disponível para as plantas encontra-se como íon K^+ presente na solução do solo (Raij, 1991). O contato deste nutriente com as raízes ocorre preferencialmente por difusão e fluxo de massa, dessa forma, a nutrição potássica está diretamente relacionada com a disponibilidade de água às plantas (Malavolta, 1997).

O K participa de um grande número de processos biológicos da planta, destacando a ativação biológica, transporte de carboidratos e síntese de proteínas, além de apresentar alta mobilidade, sendo transloucado das partes velhas para as partes jovens, durante o processo de senescência natural ou induzida (Taiz e Zeiger, 2004; Malavolta, 1997).

Neste contexto, o presente trabalho tem o objetivo de analisar a produtividade, teor de óleo e peso de mil (1000) grãos do crambe em diferentes níveis de adubação de base.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Fazenda Escola pertencente a Faculdade Assis Gurgacz – FAG, localizada no município de Cascavel – Pr, na região Oeste do estado do Paraná, tendo como coordenadas geográficas de latitude $24^{\circ}56'29,24''$ S e de longitude $53^{\circ}30'34,84''$ O, com altitude média de 700 m, clima subtropical chuvoso, com precipitação média anual de 1971 mm e temperatura média anual de $19,6^{\circ}C$. Solo classificado como Latossolo Vermelho Eutroferrico (LVE), com 70 a 80% de argila (Embrapa, 1999).

As características químicas do solo foram obtidas através de amostras coletadas ao longo da área do experimento a uma profundidade de 0-20 cm, apresentando: $5,39 \text{ Cmol}_c/\text{dm}^3$ de Ca; $2,3 \text{ Cmol}_c/\text{dm}^3$ de Mg; $0,3 \text{ Cmol}_c/\text{dm}^3$ de K e $0,00 \text{ Cmol}_c/\text{dm}^3$ de Al. Obteve alta quantidade de M.O. $46,65 \text{ g}/\text{dm}^3$, media saturação de bases 58,11% e pH de 5,2 (CaCl_2).

Inicialmente realizou-se a delimitação da área dessecação com *Gliphosate*, a uma dosagem de $2,5 \text{ L ha}^{-1}$.

Semeadura ocorreu no dia 23 de abril de 2012, utilizando sementes de crambe da variedade FMS Brilhante, produzida pela Fundação MS, com poder germinativo de no mínimo 89%, trator Massey-Ferguson, modelo 5310, e semeadora – adubadora Marchesan – TATU, modelo PST-3, com 9 linhas. Os discos utilizados na semeadura foram de soja com 90 furos, espaçamento entre linhas 0,45 m e profundidade de 0,03 m de sementes.

O experimento foi implantado em faixas, sendo composto por 4 tratamentos T-1, T-2, T-3 e T-4, correspondendo a 0 kg ha^{-1} (testemunha), 100, 200 e 300 kg ha^{-1} de adubação de

base do formulado NPK 10-15-15, com 5 repetições, totalizando 20 parcelas. As parcelas possuem 10 m (metros) de comprimento e 4,05 m de largura (40,5 m² cada parcela). A área total do experimento é de 810 m². Todos os tratamentos foram implantados com densidade de semeadura de 17,5 kg ha⁻¹, aproximadamente 104 sementes por metro linear.

Durante o ciclo da cultura, foi realizado monitoramento de pragas e doenças. Foi realizada uma aplicação de inseticida a base de *Tiametoxan* (0,2 L ha⁻¹) no dia 04 de maio de 2012. Não houve incidência de doenças na cultura. Após a maturação, foi realizada no dia 17 de agosto a colheita manual aleatória com o auxílio de um quadro de ferro de 1m x 1m, desconsiderando a bordadura.

Verificou - se umidade dos grãos com auxílio estufa e em seguida foram debulhadas manualmente, peneiradas e em seqüência, pesados os grãos, determinando a produtividade kg ha⁻¹, peso de 1000 grãos (g). Para ambas as variáveis os resultados foram corrigidos para 13 % de umidade.

Posteriormente foi realizada a determinação do teor de óleo onde os grãos foram moídos em moinho de bancada. As amostras moídas foram identificadas e encaminhadas para laboratório terceirizado, onde o teor de óleo foi determinado pelo método Soxhlet.

Os dados obtidos foram submetidos a Análise de Variância (ANOVA) e análise por regressão linear através do software Assistat 7.6 Beta.

Resultados e Discussão

Os resultados da análise de variância (ANOVA) para as variáveis produtividade, massa de mil grãos e teor de óleo em função das doses de fertilizante estão descritos na tabela 1.

Tabela 1 - ANOVA das variáveis analisadas em função de doses de fertilizante

ANOVA	Produtividade (Kg ha ⁻¹)	Massa de Mil Grãos (g)	Teor de Óleo (%)
F	6,89*	3,49 ^{ns}	0,42 ^{ns}
CV(%)	16,06	7,49	5,89

CV coeficiente de variação

** significativo ao nível de 1% de probabilidade (p < .01)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade (.01 =< p < .05)

ns não significativo (p >= .05)

Conforme a tabela 1 as variáveis massa de mil grãos e teor de óleo apresentaram CV de 7,49%, 5,89% respectivamente, segundo Pimentel Gomes (2002) são classificados como baixa dispersão. Já a variável produtividade apresentou media dispersão com CV de 16,06%.

As diferentes doses de fertilizante influenciaram estatisticamente na variável produtividade, onde o tratamento com 100 kg ha⁻¹ apresentou incremento sobre os demais tratamentos atingindo produtividade média de 1935,34 kg ha⁻¹. Freitas (2010) avaliando diferente doses do formulado NPK 0-20-20 (0, 20, 40 e 60 kg ha⁻¹) também obteve resultados significativos em relação a produtividade. Para Malavolta *et al.* (1997) um dos fatores que influenciam no aumento da produtividade é o alto teor de fósforo que tem influência direta na produção final.

Contudo, Pitol *et al* (2010) avaliando diferente doses de 0; 100; 200 e 300 kg ha⁻¹ de fertilizante NPK 07-24-24 + 3 % de enxofre não encontrou diferença significativa entre os tratamentos.

As variáveis massa de mil grãos e teor de óleo não sofreram influência das diferentes doses de fertilizante. O mesmo ocorreu com Freitas (2010) avaliando diferente doses do formulado NPK 0-20-20 (0, 20, 40 e 60 kg ha⁻¹) em dois anos de experimento com crambe, apresentando valores médios de 7,24 gramas para massa de mil grãos. Ao contrário de Silva *et al.* (2011) que encontrou incremento na massa de mil grãos conforme aumento nas dosagens de P₂O₅.

Os resultados na análise de regressão para produtividade em relação a doses de fertilizante estão descritos na Figura 1.

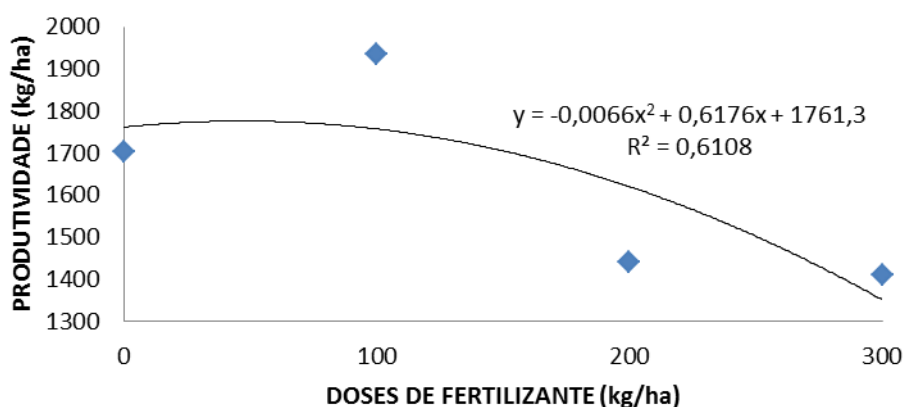


Figura 1 - Regressão linear de produtividade em diferentes doses de fertilizante

A resposta da regressão para produtividade resultou na equação polinomial $Y = -0,06x^2 + 0,617x + 1761$, com grau de determinação de 61,00 % demonstrando correlação entre a

produtividade e os tratamentos. Conforme curva ajustada o Ponto de Máxima Eficiência Técnica (PMT) pode ser obtido a $51,42 \text{ kg ha}^{-1}$ de fertilizante atingindo Y de $1776,86 \text{ kg ha}^{-1}$.

A regressão da variável da massa de mil grãos comparada a doses de fertilizantes está descrita na figura 2.

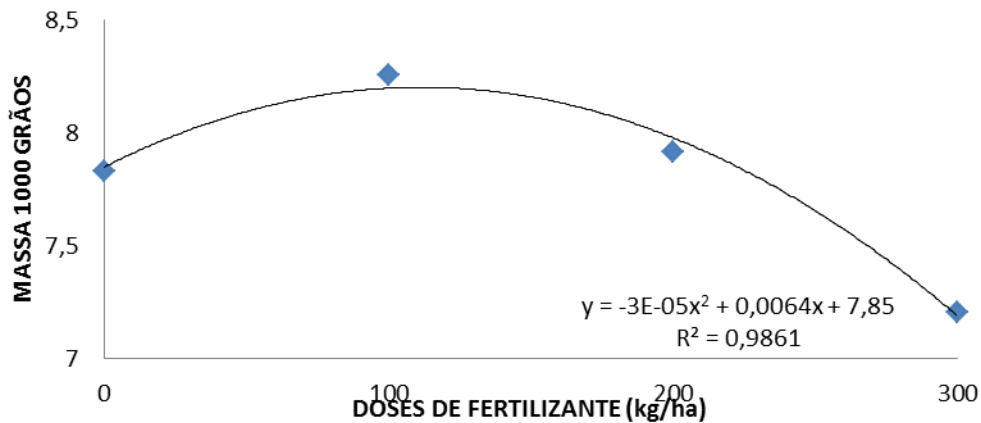


Figura 2 - Análises de regressão para a variável massa de mil grãos.

O tratamento com 100 kg ha^{-1} apresentou maior média (8,26 g) comparado aos demais para a variável massa de mil grãos. O grau de determinação para massa de mil grãos foi de 98,60 %, apresentando boa correlação entre a variável e as doses de fertilizante.

Os resultados da regressão da variável teor de óleo comparada a doses de fertilizante estão descritos na figura 3.

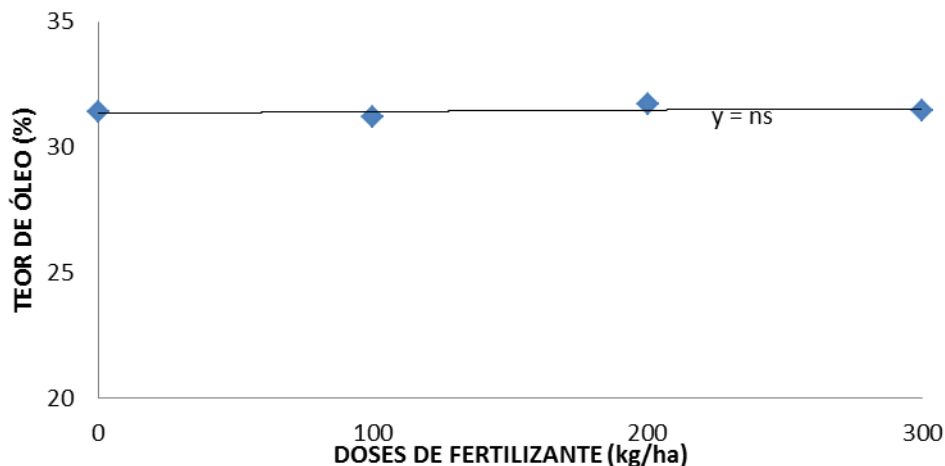


Figura 3 - Regressão linear de produtividade em diferentes doses de fertilizante.

A variável teor óleo apresentou baixa correlação entre a variável e os tratamentos. A maior média foi de 31,09 %, superando a média de 26,61 % apresentados por Ferreira e Silva (2011).

Conclusão

As diferentes doses de fertilizante apresentaram influência estatística a 5 % de significância para a variável produtividade. O tratamento com 100 kg ha⁻¹ apresentou maior média, 1935,34 kg ha⁻¹. Para as variáveis massa de mil grãos e teor de óleo, as dosagens de fertilizantes não influenciaram estatisticamente.

Referências

- CASTRO, C., BALLA, A., CASTIGLIONI, V. B. R. et al. Levels and methods of nitrogen supply for sunflower. **Sci. agric.** Oct./Dec. 1999, vol.56, no.4, p.827-833.
- CRESTANA, S. **Matérias-primas para produção de biodiesel: priorizando alternativas.** Palestra EMBRAPA, São Paulo, 2005.
- EMBRAPA – Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo. **Manual de Métodos de Análises de Solos.** Rio de Janeiro; SNCLZ, 1999. 412p.
- EMBRAPA SOJA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologias de Produção da Soja: Rotação de Culturas.** Londrina, 2004. Disponível em: <<http://www.cnpso.embrapa.br/producaosojaPR/rotacao.htm>>. Acesso dia 15 de maio de 2012.
- EPE 2007. **Plano Nacional de Energia 2030.** Empresa de Planejamento Energético, MME, 2007.
- FERREIRA F.M.; SILVA A.R.B. **Produtividade de grãos e teor de óleo da cultura do crambe sob diferente sistemas de manejo de solo em Rondonópolis – MT.** Universidade Federal de Mato Grosso, 2011.
- FUNDAÇÃO MS. **Crambe (Crambe abyssinica) – cultivar FMS Brilhante: uma boa alternativa para produção de biodiesel.** Boletim informativo, 2008.
- FREITAS, M. E. **Comportamento Agrônômico da cultura do Crambe (Crambe Abyssinica Hochst) em função do manejo empregado.** 2010. 42 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Produção Vegetal) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2010. p. 13.
- KNIGHTS, S. E. **Crambe: A North Dakota Case Study,** 25 p. 2002.
- KNOTHE,G. et al. **Manual do biodiesel.** São Paulo: Edgard Blücher, 2006.
- MACHADO, M.F. et al., **Estudo Do Crambe (Crambe abyssinica) Como Fonte De Óleo Para Produção De Biodiesel.** In: II Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel, Anais, Brasília, 2007.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações.** 2.ed. Piracicaba Potafos, 1997, 319p.

- MALAVOLTA, E. **Abc da adubação**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1989. 304p.
- MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo, Ceres, 2006. 638p.
- NAE - NÚCLEO DE ASSUNTOS ESTRATÉGICOS DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. **Biocombustíveis**. CADERNOS NAE: Processos estratégicos de longo prazo, V.2. 2004.
- PIMENTEL-GOMES, F.; GARCIA, C. H. **Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e florestais: Exposição com Exemplos e Orientações para Uso de Aplicativos**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 309 p.
- PITOL, C. Cultura do crambe. **Tecnologia e produção: Milho safrinha e culturas de inverno**. Fundação MS, 2008. 1. ed. Maracajú: Fundação MS, 2008. v.1. c.11, p.85-88.
- PITOL, C.; BROCH, D. L.; ROSCOE, R. **Tecnologia e Produção: Crambe 2010**. Maracaju: Fundação MS, 2010. 60p.
- RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres: Potafos, 1991, 343p.
- REUBER, M.A., JOHNSON, L.A., WATKINS, L.R. Dehulling crambe seed for improved oil extraction and meal quality. **Journal of the American Oil Chemist's Society**, v.78, n.6, p.661-664, 2001.
- ROSCOE, R.; DELMONTES, A.M.A. **Crambe é nova apção para biodiesel**. Agriannual 2009. São Paulo: Instituto FNP, 2008. p. 40-41.
- SILVA, T. R. B.; LAVAGNOLLI, R. F.; NOLLA, A. Zinc and phosphorus fertilization of crambe (*Crambe abyssinica* Hoechst). **Journal of Food, Agriculture & Environment**, vol. 9(1), 264-167, 2011a.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**, 3 ed. Porto Alegre: Artmed. 2004. 719p.
- WEISS, E.A. **Oilseed crops**. London: Blackwell Science, 2000. 364p.