

PRODUTIVIDADE, QUALIDADE FISIOLÓGICA E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE SEMENTES DE CRAMBE EM DIFERENTES DOSES DE FÓSFORO

PRODUCTIVITY, PHYSIOLOGICAL QUALITY AND CHEMICAL COMPOSITION OF CRAMBE SEEDS IN DIFFERENT DOSES OF PHOSPHORUS

Gisele Herbst VAZQUEZ¹; Edson LAZARINI²; Francine Petenó de CAMARGO³; Rogério Batista FERREIRA⁴; Amanda Ribeiro PERES³

1. Professora, Doutora, Universidade Estadual Paulista - UNESP, Ilha Solteira, SP, Brasil e Universidade Camilo Castelo Branco - UNICASTELO, Fernandópolis, SP, Brasil, gisele@agr.feis.unesp.br; 2. Professor, Doutor, UNESP, Ilha Solteira, SP, Brasil; 3. Mestrandas no Programa de Pós-Graduação em Agronomia, UNESP, Ilha Solteira, SP, Brasil; 4. Eng. Agrônomo, UNICASTELO, Fernandópolis, SP, Brasil.

RESUMO: O crambe é uma brássica com alto teor de óleo utilizada para produção de biodiesel e que tem despertado interesse pelo ciclo curto e baixo custo de produção. Porém, existem dúvidas quanto a sua resposta à adubação fosfatada. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes doses de fósforo sobre a produtividade, a qualidade fisiológica, a composição química e o teor de óleo de sementes de crambe. Os tratamentos foram constituídos de cinco doses de fósforo (0, 25, 50, 75 e 100 kg ha⁻¹) aplicados na semeadura. Não houve interferência do fósforo sobre a composição mineral e o teor de óleo das sementes de crambe que apresentaram as seguintes médias: 30,11 de N; 7,46 de P; 7,35 de K; 10,06 de Ca; 6,58 de Mg e 8,98 g kg⁻¹ de S; 36,25 de Cu; 169,40 de Fe; 36,75 de Mn, 73,60 mg kg⁻¹ de Zn e 30,22% de óleo. Concluiu-se que a produtividade de crambe aumenta com doses de fósforo de até 100 kg ha⁻¹, porém o seu uso não afeta a porcentagem de sobrevivência de plantas, a fitomassa seca, a massa de mil sementes, a qualidade fisiológica, a composição química e o teor de óleo da semente.

PALAVRAS-CHAVE: *Crambe abyssinica* Hochst. Biodiesel. Germinação. Adubação Fosfatada.

INTRODUÇÃO

O crambe (*Crambe abssynica* Hochst) foi domesticado na Europa, na região do Mediterrâneo, mas é originário da África, mais especificamente da Etiópia, local de clima quente e seco (KNIGHTS, 2003). Pertence a família *Brassicaceae*, a mesma da colza e da canola; sendo cultivado em várias regiões de clima tropical e subtropical da África, Centro e Oeste da Ásia, Europa, Estados Unidos e América do Sul (PITOL et al., 2010).

A utilização industrial do óleo de crambe é atualmente sugerida como matéria prima para a produção de biodiesel tornando a espécie de grande importância econômica e social. Algumas características como o elevado teor de óleo, o ciclo curto, a resistência a pragas, a alta produtividade e a qualidade do óleo, são algumas vantagens dessa cultura para a produção de biodiesel (LAGHETTI et al., 1995).

O óleo extraído de suas sementes também pode ser usado como lubrificante industrial, como um inibidor de corrosão e como ingrediente para fabricação de borracha sintética. Pode ainda ser usado para produzir filmes plásticos, plastificantes, nylon, adesivos e isolantes elétricos. Do seu óleo é obtido “erucamide”, uma

substância usada para preparar produtos cosméticos, além de outros usos industriais. O óleo apresenta alto conteúdo de ácido erúico (ácido graxo de cadeia longa que tem especiais utilizações industriais) e nos Estados Unidos tem sido cultivado para substituir a importação de colza de alto conteúdo de erúico proveniente da Polônia e Canadá (FALASCA et al., 2010).

Durante muitos anos, o crambe foi utilizado como forrageira na rotação de culturas e como produtora de fitomassa para cobertura de solos em áreas de plantio direto. Atualmente, o estímulo à produção de biodiesel ajudou a resgatar o interesse pela cultura, por sua fácil adaptação ao plantio direto e a sua superioridade em relação à soja e outras espécies na produção de óleos vegetais (NEVES et al., 2007).

Segundo Pitol (2008), o crambe é uma cultura muito tolerante à seca, principalmente a partir do seu desenvolvimento vegetativo, devendo ser evitadas chuvas frequentes a partir do florescimento, pois favorecem o ataque de doenças. Quanto à temperatura é muito tolerante ao frio, exceto na fase de plântulas e no florescimento, onde a ocorrência de geadas causa abortamento das flores; nas condições do Brasil, comporta-se como cultura de outono/inverno.

Ultimamente, os agricultores brasileiros produtores de soja tem mostrado grande interesse em crambe por causa de seus baixos custos de cultivo, colheita mecanizada e porque pode ser semeada como cultura de inverno em março ou abril após a soja (FALASCA et al., 2010).

Os resultados de produtividade obtidos na safra 2006 pela FUNDAÇÃO MS no Brasil mostram uma variação de 1000 a 1500 kg ha⁻¹ para a produção de grãos, podendo chegar próximo a 2000 kg ha⁻¹ em ótimas condições de fertilidade do solo. O crambe é uma planta bastante rústica, com baixo custo de produção, à semelhança do nabo forrageiro e da aveia preta. Seu custo de produção variável se resume basicamente à semente (12 a 15 kg ha⁻¹), dessecação, operação de plantio, colheita e transporte (SANTOS, 1996).

As respostas à adubação do crambe são ainda pouco conhecidas, sabe-se que a planta absorve grandes quantidades de N, o que pode ser inferido por seu elevado teor de proteínas no grão (SOUZA et al., 2009), por isso um adequado manejo da adubação traz ganhos significativos na produtividade e na viabilidade econômica.

De maneira geral, os solos tropicais apresentam baixo teor natural de fósforo. Além disso, a sua disponibilidade para as plantas é baixa, devido ao baixo teor de bases e acidez elevada, fatores que levam à alta fixação desse

nutriente. Para contornar essa deficiência, devem ser utilizadas grandes quantidades de adubos fosfatados (BELTRÁN et al., 1998). Para a cultura do crambe no Brasil, a FUNDAÇÃO MS recomenda o uso de 30 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (PITOL, 2008), enquanto nos EUA utiliza-se cerca de 50 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (OPLINGER et al., 1991).

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes doses de adubação fosfatada (0, 25, 50, 75 e 100 kg ha⁻¹) na produtividade, qualidade fisiológica, composição química e teor de óleo das sementes de crambe.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em área pertencente à Fazenda de Ensino e Pesquisa da Universidade Camilo Castelo Branco, Campus de Fernandópolis/SP (Fazenda Santa Rita), localizada entre as coordenadas 20°16'50" de latitude sul e 50°17'43" de longitude oeste e a uma altitude de 520 m.

O solo do local onde foi instalado o experimento é um ARGISSOLO Vermelho-Amarelo eutrófico abrupto A moderado textura arenosa/média relevo suave ondulado (OLIVEIRA et al., 1999), cujas características químicas, na profundidade de 0-20 cm, encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1. Resultado da análise química da área do experimento, Fernandópolis/SP, 2009.

Prof. cm	P res. mg dm ⁻³	M.O. g dm ⁻³	pH CaCl ₂	K	Ca	Mg	H+Al	SB	CTC	V
				-----mmol cdm ⁻³ -----						%
0-20	5	10	5,3	1,3	11	4	19	16,3	35,3	46,2

Fonte: Laboratório de Solos da Unicastelo/Fernandópolis, 2009.

O preparo do solo foi o convencional com uma aração e duas gradagens. A adubação de sementeira foi realizada manualmente com o equivalente a 20 kg ha⁻¹ de N na forma de sulfato de amônio acrescido de 40 kg ha⁻¹ de K₂O na forma de cloreto de potássio em todas as parcelas, além do fósforo de acordo com os tratamentos estudados.

O delineamento experimental adotado foi em blocos ao acaso com quatro repetições e os seguintes tratamentos foram avaliados: testemunha (sem adubação fosfatada); 25; 50; 75 e 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅ na forma de super fosfato simples.

Cada unidade experimental (parcela) foi composta por 10 linhas de 5 m de comprimento e espaçadas de 0,20 m. A parcela útil possuía 5 linhas de 3 m de comprimento, totalizando 3,0 m².

A sementeira também foi manual, com a distribuição de aproximadamente 50 sementes m⁻², no dia 28 de maio de 2009 em um espaçamento de 0,2 m entrelinhas. Durante todo o experimento a área foi irrigada duas vezes por semana com aspersores do tipo canhão "Pluvio 150", já que a época de sementeira era desfavorável quanto à disponibilidade de precipitações pluviométricas, exigindo o uso de irrigação suplementar. A emergência das plântulas ocorreu aos cinco dias após a sementeira – DAS (02/06/2009) e aos 12 DAS, as plântulas apresentavam-se com a primeira folha definitiva. Aos 30 dias após emergência (DAE) efetuou-se o desbaste de modo a obter-se uma densidade de 110 a 135 plantas m⁻².

A cultura não sofreu ataques de pragas e doenças, desenvolvendo-se bem e com um elevado número de flores.

A colheita foi feita manualmente aos 93 DAS (31/08/2009) arrancando-se todas as plantas da área útil da parcela. Nesse momento as plantas

já haviam perdido as folhas e os grãos começavam a cair (degrana).

Durante todo o desenvolvimento do experimento foram efetuadas determinações diárias da temperatura média e da umidade relativa média do ar e da precipitação pluviométrica (Figura 1).

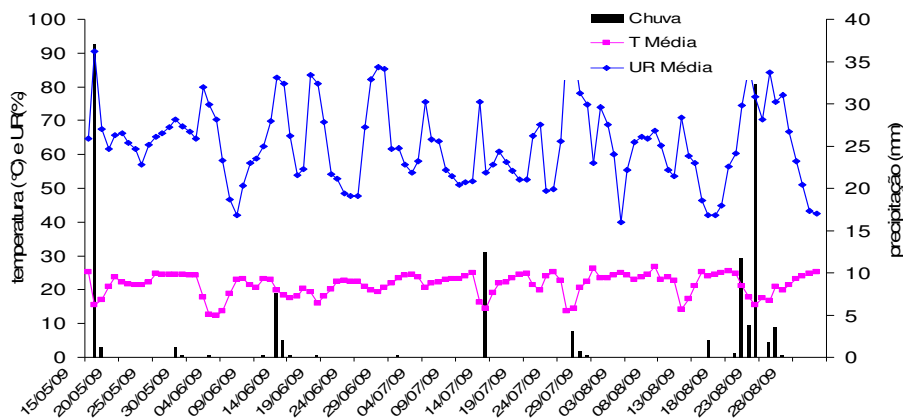


Figura 1. Dados de temperatura média, umidade relativa média e precipitação no período do experimento. Fernandópolis/SP. 2009.

Fonte: Dados coletados na Fazenda Experimental UNICASTELO/Fernandópolis.

As seguintes avaliações foram realizadas:

Produtividade de sementes (kg ha⁻¹): colheita (arranquio) das plantas da parcela útil e trilhagem de todas as sementes manualmente. Em seguida as sementes foram pesadas, seus valores transformados em kg ha⁻¹ e corrigido para um teor de água de 8% (b.u.),

Massa de 1000 sementes (g): obtida pela média de quatro repetições por tratamento, seu valor foi corrigido para um teor de água de 8% (b.u.).

Emergência (%): realizado com quatro subamostras de 50 sementes. Utilizou-se um substrato vegetal umedecido a 60% de sua capacidade de retenção de água e mantido em ambiente (média de 26°C) por 7 dias.

Primeira Contagem da Emergência (%): realizado conjuntamente com o teste de emergência. Avaliou-se a porcentagem de plântulas normais no quarto dia após a semeadura.

Teste de condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$): foi realizado utilizando-se quatro subamostras de 100 sementes, retiradas da porção sementes puras como recomendado por Vieira e Krzyzanowski (1999). As sementes foram pesadas em balança analítica com quatro casas decimais e colocadas em copos plásticos (200 ml), contendo 75 ml de água deionizada por 24 horas, em câmara de germinação (incubação) tipo B.O.D. mantidas na temperatura de 25°C. Após esse período, realizou-se a leitura da condutividade

elétrica em condutivímetro DIGIMED, modelo DM-31.

Teor de macro e micronutrientes nas sementes: parte das sementes foi moída em moinho tipo Willey e armazenadas em sacos plásticos apropriados. Os teores de nutrientes nestes materiais foram determinados segundo metodologia proposta por Malavolta et al. (1997).

Teor de óleo: foi determinado o teor total de óleo das sementes com casca, utilizando-se o aparelho extrator de óleos e graxas MA 491. O método baseia-se na extração com solvente orgânico (hexano) a quente, utilizando-se de extrator soxhlet por duas horas.

Análise de dados

Foi utilizado o programa ESTAT, versão 2.0, desenvolvido pelo Pólo Computacional e Departamento de Ciências Exatas da FCAV / UNESP, para análise dos dados. Como os fatores analisados eram quantitativos, a análise estatística consistiu na análise de regressão, com aplicação da análise de variância para os modelos lineares, quadráticos, exponenciais e logaritmos, ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A colheita foi realizada aos 93 dias após a semeadura e os dados da Tabela 2 indicam que não houve diferenças significativas para a população de plantas por m⁻² após o desbaste e na

colheita de acordo com as doses de fósforo empregadas. De maneira geral, todos os valores estavam dentro do recomendado por Pitol (2008) que é de 70 a 120 plantas m^{-2} . A porcentagem de sobrevivência de plantas também não apresentou

diferenças estatísticas, ocorrendo uma porcentagem média de sobrevivência de 76,3%, indicando que cerca de 24% das plantas morrem dos 30 até os 93 dias.

Tabela 2. População de plantas após o desbaste e na colheita, porcentagem de sobrevivência de plantas e produção de fitomassa seca de crambe, em função de doses de P_2O_5 na semeadura.

Tratamentos P_2O_5 (kg ha^{-1})	População após desbaste (plantas m^{-2})	População na colheita (plantas m^{-2})	% de sobrevivência de plantas	Produção de fitomassa seca (kg ha^{-1})
0	110,6	78,6	68,2	1950,8
25	115,7	87,6	75,5	1903,4
50	132,9	104,0	78,2	2152,7
75	124,7	85,3	66,3	2263,1
100	131,1	122,9	93,5	2511,3
Média	123,0	95,7	76,3	2156,3
CV(%)	15,22	29,33	21,21	24,38
Teste F	ns	ns	ns	ns

ns = não significativo

Da mesma forma, não houve diferenças significativas para a produção de fitomassa seca de acordo com as doses de fósforo utilizadas, o que concorda com Silva et al. (2011) que trabalhando com doses de P_2O_5 na semeadura de 0, 40, 80 e 120 kg ha^{-1} também não obtiveram resultados significativos. A fitomassa média obtida foi de 2156,3 kg ha^{-1} , bem abaixo da relatada por Silva et al. (2011) de 6247,5 kg ha^{-1} . Essa discrepância pode ser justificada pela diferença quanto à época de colheita dos dois experimentos, enquanto no trabalho dos referidos autores ocorreu aos 86 dias em 2008 e aos 87 dias em 2009, neste foi efetuado aos 93 dias, quando a maioria das folhas já havia caído, diminuindo assim, a fitomassa seca.

Quanto à produtividade de sementes de crambe, verificou-se um efeito linear crescente com o aumento das doses de fósforo empregadas na semeadura (Figura 2). Através da equação

linear obtida é possível estimar um acréscimo médio de 373 kg ha^{-1} de sementes de crambe com o uso da dose de 100 kg ha^{-1} de fósforo em relação à testemunha sem o nutriente. Silva et al. (2011) e Rogério et al. (2012b) também obtiveram aumentos significativos na produtividade de sementes com o uso de doses crescentes de fósforo até 120 kg ha^{-1} e até 90 kg ha^{-1} , respectivamente. A maior parte dos solos brasileiros é deficiente em fósforo, com isso é comum haver respostas de culturas para pequenas aplicações de fósforo solúvel, aplicado de maneira localizada, fato que estimula o desenvolvimento radicular (RAIJ, 1991). Além disso, o fósforo faz parte da estrutura do ATP (adenosina tri-fosfato), fonte de energia para a planta realizar seu metabolismo (MALAVOLTA et al., 1997), o que explica a alta produtividade alcançada com a maior dose de P_2O_5 aplicado.

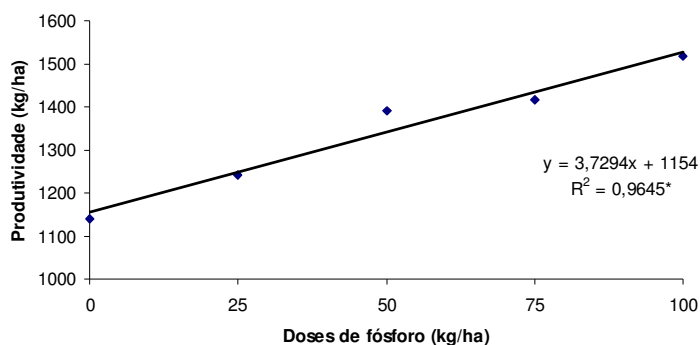


Figura 2. Produtividade de sementes de crambe de acordo com a dose de fósforo na semeadura.

A média de produtividade de sementes de crambe deste experimento (1340,4 kg ha^{-1}) foi

superior à média de 974 kg ha^{-1} de dois anos relatada por Rogério et al. (2012b) e inferior às

relatadas por Machado et al. (2007), Silva et al. (2011), Jasper et al. (2010) e Pitol (2008) de 2000, 1813, 1507 e 1500 kg ha⁻¹, respectivamente.

O uso das diversas doses de fósforo não interferiu na massa de 1000 sementes e na qualidade fisiológica da semente colhida (Tabela 3). Já Silva et al. (2011) obtiveram acréscimos significativos na massa de sementes com o

aumento da dose de fósforo empregada, que em termos médios alcançou 7,12 g, superior à média desse experimento que foi de 6,16 g. Rogério et al. (2012a) também não obtiveram diferenças significativas na massa de 1000 sementes com a utilização das doses de 0, 15, 30, 45, 60, 75 e 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅.

Tabela 3. Massa de 1000 sementes, emergência, primeira contagem da emergência e condutividade elétrica de sementes de crambe em função de diferentes doses de P₂O₅ na semeadura.

Tratamentos P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹)	Massa de 1000 sementes (g)	Emergência (%)	Primeira contagem (%)	Condutividade elétrica (μS cm ⁻¹ g ⁻¹)
0	6,31	76	49	141,92
25	6,21	78	52	110,01
50	5,98	83	60	119,11
75	6,28	78	57	123,16
100	6,05	80	57	139,00
Média	6,16	79	55	126,64
CV(%)	4,62	7,49	18,99	21,5
Teste F	ns	ns	ns	ns

n.s. = não significativo

Quando à qualidade fisiológica da semente, aumento no teor de fósforo não interferiu nos valores da porcentagem de emergência, da primeira contagem da emergência e na condutividade elétrica. No tomateiro, Seno et al. (1987) estudaram a aplicação conjunta de fósforo e potássio e constataram que a elevação das doses de fósforo aumentou a germinação e o vigor das sementes. Na soja, Vieira et al. (1985) verificaram que a aplicação de diferentes doses de fósforo e potássio não afetou a germinação e o vigor das sementes avaliado pelos testes de envelhecimento acelerado, índice de velocidade de emergência e matéria seca de plântulas. No entanto, os autores obtiveram aumento no vigor

quando o mesmo foi avaliado por meio da primeira contagem da germinação.

Avaliando a composição química das sementes de crambe (Tabela 4), os mais abundantes elementos dentre os macronutrientes, foram o nitrogênio e o cálcio, e dentre os micronutrientes, o ferro e o zinco. O valor do cálcio obtido nesse experimento foi superior aos relatos por Souza et al. (2009) e Vargas-Lopez et al. (1999), que obtiveram 460,7 e 909,3 mg 100g⁻¹ de semente (ou 4,7 e 9,1 g kg⁻¹) respectivamente. Souza et al. (2009) também obtiveram maior quantidade de ferro e zinco entre os micronutrientes.

Tabela 4. Composição mineral e teor de óleo das sementes de crambe em função de diferentes doses de P₂O₅ na semeadura.

Doses de P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹)	N g kg ⁻¹	P g kg ⁻¹	K g kg ⁻¹	Ca ¹ g kg ⁻¹	Mg g kg ⁻¹	S g kg ⁻¹	Cu mg kg ⁻¹	Fe mg kg ⁻¹	Mn mg kg ⁻¹	Zn mg kg ⁻¹	Óleo %
0	31,41	7	6,81	11,16	6,49	9,39	31,25	165,25	32,00	74,50	29,65
25	29,52	7,05	6,78	8,26	6,27	8,52	15,25	176,25	37,75	73,75	29,66
50	31,92	7,53	7,82	8,73	6,66	8,87	50,75	170,50	38,00	72,25	30,89
75	28,77	7,45	7,68	9,93	6,42	9,77	45,25	160,00	32,25	75,75	31,23
100	28,92	8,28	7,65	12,11	7,05	8,35	38,75	175,00	43,75	71,75	29,66
Média	30,11	7,46	7,35	10,06	6,58	8,98	36,25	169,40	36,75	73,60	30,22
CV (%)	7,43	10,61	9,61	15,04	6,65	9,99	107,12	10,84	16,69	11,87	10,26
Teste F	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

ns = não significativo; **= significativo ao nível de 1%

Ao comparar o efeito das doses crescentes de fósforo sobre o teor de minerais nas sementes de crambe, houve diferenças significativas ao nível de 1% apenas para o cálcio, em que obteve uma equação polinomial ($y = 0,0013x^2 - 0,1118x + 10,889$) com 94% de significância (Tabela 4).

O teor médio de óleo das sementes foi de 30,22% (Tabela 4), valor esse que fica entre os relatados por Pitol (2007) que menciona uma variação de 26 a 38% e Pitol (2008), que em boas condições de cultivo chega a 38%. Mastebroek et al. (1994) avaliando o desempenho de oito variedades de crambe em 1990 e 1991 observaram baixo teor de óleo em 1990 (30,9%) e alto teor em 1991 (36,4%) e sugeriram que os

fatores ambientais afetam o rendimento de sementes e o conteúdo de óleo. Por sua vez, Rogério et al. (2012a) e Rogério et al. (2012b) também não observaram diferenças significativas no teor de óleo de sementes de crambe com o aumento da dose de fósforo aplicada.

CONCLUSÃO

A produtividade de sementes crambe aumenta com doses de fósforo de até 100 kg ha⁻¹; porém, o seu uso não afeta a porcentagem de sobrevivência de plantas, a fitomassa seca, a massa de mil sementes, a qualidade fisiológica, a composição química e o teor de óleo da semente.

ABSTRACT: The crambe is a brassica with high content of oil used for biodiesel production and that has aroused interest in the short cycle and low production cost. However, there are doubts about their response to phosphated fertilization. The objective of this study was to evaluate the effect of different doses of phosphorus on yield, physiological quality, chemical composition and oil content of crambe seeds. The treatments consisted of five doses of phosphorus (0, 25, 50, 75 and 100 kg ha⁻¹) applied at sowing. There was no effect of phosphorus on mineral composition and oil content of the seeds of crambe that showed the following averages: 30.11 N, 7.46 P, 7.35 K, Ca 10.06, 6.58 mg and 8.98 g kg⁻¹ S; 36.25 Cu, Fe 169.40, 36.75 Mn 73.60 mg kg⁻¹ Zn and 30.22% oil. It was concluded that the productivity of crambe increases with phosphorus rates of up to 100 kg ha⁻¹, but its use does not affect the survival rate of plants, dry mass, the mass of thousand seeds, the physiological quality, chemical composition and oil content of the seed.

KEYWORDS: *Crambe abyssinica* Hochst. Biodiesel. Germination. Phosphated Fertilization.

REFERÊNCIAS

- BELTRÁN, R. R.; SILVEIRA, R. I.; PASSOS, M. J. Disponibilidade de fósforo para plantas de arroz avaliada por extratores químicos. **Scientia Agricola**. 1998, v. 55, n. 2, p. 233-241. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-90161998000200011&script=sci_arttext>. Acesso em: 20 out. 2010.
- FALASCA, S. L.; FLORES, N.; LAMAS, M. C.; CARBALLO, S. M.; ANSCHAU, A. *Crambe abyssinica*: An almost unknown crop with a promissory future to produce biodiesel in Argentina. **International Journal of Hydrogen Energy**, v. 35, p. 5808-5812, 2010.
- JASPER, P. A.; BIAGGIONI, M. A. M, SILVA, P. R. A.; SEKI, A. S.; BUENO, C. O. Análise Energética da Cultura do Crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) produzida em Plantio Direto. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 30, n. 3, p. 395-403, 2010.
- KNIGHTS, S. **Crambe: A North Dakotan case study**. 2003. Disponível em: <<http://regional.org.au/au/asa/2003/c/11/knights.htm>>. Acesso em: 20 mar. 2012.
- LAGHETTI, G.; PIERGIOVANNI, A. R.; PERRINO, P. Yield and oil quality in selected lines of *Crambe abyssinica* grow in Italy. **Industrial Crops and Products**, London, v. 4, n. 3, p. 205-212, 1995.
- MACHADO, M. F.; BRASIL, A. N.; OLIVEIRA, L. S.; NUNES, D. L. **Estudo do crambe (*Crambe abyssinica*) como fonte de óleo para produção de biodiesel**. Itaúna/MG – UFMG, 2007.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.

MASTEBROEK, H. D.; WALLENBURG, S. C.; VAN SOEST, L. J. M. Variation for agronomic characteristics in crambe (*Crambe abyssinica* Hochst. ex Fries). **Industrial Crops and Products**, v. 2, p. 129-136, 1994.

NEVES M. B., TRZECIAK M. B., VINHOLES P. S., TILLMANN C. A. C.; VILLELA F. A. (2007). **Qualidade Fisiológica de Sementes de Crambe Produzidas em Mato Grosso do Sul**. Disponível em: <http://www.cpact.embrapa.br/publicacoes/download/livro/Agroenergia_2007/Agroener/trabalhos/Outras%20culturas_11_OK/Neves_1.pdf>. Acesso em: 22 set. 2010.

OLIVEIRA, J. B.; CAMARGO, M. N.; ROSSI, M.; CALDERANO FILHO, B. **Mapa pedológico do Estado de São Paulo: legenda expandida**. Campinas, Instituto Agronômico/EMBRAPA-Solos. Campinas. 1999. 64p.

OPLINGER, E. S.; OELKE, E. A.; KAMINSKI, A. R.; PUTNAM, D. H.; TEYNOR, T. M.; DOLL, J. D.; KELLING, K. A.; DURGAN, B. R.; NOETZEL, D. M. **Alternative field crops manual – crambe**. 1991. 10p. Disponível em: <<http://www.hort.purdue.edu/newcrop/afcm/crambe.html>>. Acesso em: 15 mar. 2012.

PITOL, C. Biodiesel: culturas, sistemas de produção e rotação de culturas. In: **Tecnologia e produção - culturas: safrinha e inverno 2007**. Disponível em: <http://www.ruralsementes.com.br/produtos/09_biodiesel_culturas_sistemas_de_produ%C3%A7%C3%A3o_e_rota%C3%A7%C3%A3o.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2012.

PITOL, C. **Cultura do crambe**. In: Tecnologia de produção: Milho safrinha e culturas de inverno. Maracajú: Fundação MS, p. 85-88. 2008.

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: Potafos, 1991.

ROGÉRIO, F.; SANTOS, J. I.; SILVA, T. R. B.; MIGLIAVACCA, R. A.; GOUVEIA, B.; BARBOSA, M. C. Efeito de doses de fósforo no desenvolvimento da cultura do crambe. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, Supplement 1, p. 251-255, 2012a.

ROGÉRIO, F.; SILVA, T. R. B.; SANTOS, J. I.; POLETINE, J. P. Phosphorus fertilization influences grain yield and oil content in crambe. **Industrial Crops and Products**, v. 41, p. 266-268, 2012b.

SANTOS, W. **Crambe Oil Makes Moves Into Rape seed Oil Territory**. Chemical Marketing Reporter. Schnell Publishing Company, New York, NY, April 1, 1996, p. 10.

SENO, S.; NAKAGAWA, J.; ZANIN, A. W. C.; MISCHAN, M. M. Efeitos de níveis de fósforo e potássio sobre características de frutos e qualidade de sementes de tomateiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 5, n. 2, p. 25-28, 1987.

SILVA, T. R. B.; LAVAGNOLLI, R. F.; NOLLA, A. Zinc and phosphorus fertilization of crambe (*Crambe abyssinica* Hoehst). **Journal of Food, Agriculture & Environment**, v. 9, n. 1, p. 264-267, 2011.

SOUZA, A. D. V.; FÁVARO, S. P.; ÍTAVO, L. C. V.; ROSCOE, R. Caracterização química de sementes e tortas de pinhão manso, nabo forrageiro e crambe. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 10, p. 1328-1335, 2009.

VARGAS-LOPEZ, J. M.; WIESENBORN, D.; TOSTENSON, K.; CIHACEK, L. Processing of crambe for oil and isolation of erucic acid. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 76, p. 801-809, 1999.

VIEIRA, R. D.; KRZYZANOWOSKI, F. C. Teste de Condutividade Elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 4.1- 4.26.

VIEIRA, R. D.; SEDIYAMA, T.; CARVALHO, N. M. Avaliação do efeito de níveis de P e K na qualidade de sementes de soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 4., 1985, Brasília. **Resumos...** Brasília: ABRATES, 1985. p. 209.