

# REVISTA BRASILEIRA DE ENERGIAS RENOVÁVEIS

## Aplicação de diferentes doses de silício na cultura do crambe<sup>1</sup>

Vinicius Roberto Guedes<sup>2</sup>, Ana Paula Morais Mourão Simonetti<sup>3</sup>, Helton Aparecido Rosa<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Aceito para publicação no 2º Trimestre de 2015.

<sup>2</sup>Graduado em Agronomia pela Faculdade Assis Gurgacz – FAG, [viniciusguedes@hotmail.com](mailto:viniciusguedes@hotmail.com)

<sup>3</sup>Professores do Curso de Agronomia na Faculdade Assis Gurgacz – FAG, [anamourao@fag.edu.br](mailto:anamourao@fag.edu.br), [helton@fag.edu.br](mailto:helton@fag.edu.br)

### Resumo

O crambe (*Crambe abyssinica*) é uma brassicaceae originária da Etiópia tendo sido adaptada no Mediterrâneo, sua mais importante característica está ligada a produção de óleo vegetal. Entretanto, por ser uma cultura difundida recentemente no Brasil poucos estudos são encontrados na literatura a respeito dos efeitos e benefícios do silício na cultura. O presente trabalho foi conduzido na Fazenda Escola da Faculdade Assis Gurgacz (FAG), em Cascavel – Paraná e teve como objetivo avaliar o efeito do silício em aspectos produtivos do crambe. Adotou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, no qual os tratamentos foram divididos em: T1 - testemunha, T2 - silicato de potássio 0,10% de calda com 2 aplicações, T3 - silicato 0,15% de calda 3 aplicações, T4 - silicato junto com inseticida e T5 - apenas inseticida usado de acordo com a recomendação para a cultura, resultando em 20 parcelas. Foram avaliados após o ciclo da cultura os parâmetros: altura de planta, massa seca da raiz, número de grãos por planta e massa de 100 grãos. A análise estatística consistiu de análise de variância (ANAVA), e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de significância com o auxílio do software ASSISTAT. O uso do silício não influenciou positivamente os parâmetros produtivos do crambe, com exceção do número de grãos.

**Palavras-chave:** *Crambe abyssinica*, silicato, produtividade.

## APPLICATION OF DIFFERENT DOSES OF SILICON IN THE CULTURE OF CRAMBE

### Abstract

The Crambe (*Crambe abyssinica*) is a brassicaceae from Ethiopia, and adapted in Mediterranean, its most important feature is about the production of vegetal oil. However, for being a culture recently widespread in Brazil, a few studies are found in literature about the effects and benefits of n in crambe's culture. This work was conducted at the Farm School Assis Gurgacz College (FAG) in Cascavel - Paraná and aimed to evaluate the effect of silicon on productive aspects of crambe.. Was used the completely randomized desing, that the treatment was divide in: T1 – control; T2- syrup of silícon 0,10% with 2 aplicaciones; T3 - syrup of silicon 0,15% with 3 aplicaciones; T4 - silicon with inseticide and T5 - only inseticide, that was recomendaded for this culture, resulting 20 parcels. Were evaluated after the crop cycle parameters: plant height, root dry mass, number of grains per plant and weight of 100 grains. Statistical analysis consisted of analysis of variance (ANOVA), and the treatment means were compared by Tukey test at 5% significance with the help of ASSISTAT software. The use of silicon did not influence positively the production of crambe parameters, except for the number of grains.

**Key words:** *Crambe abyssinica*, silicon, productivity.

### Introdução

Com alta demanda por combustíveis renováveis não só no Brasil, mas em todo o mundo em detrimento dos derivados do petróleo que afetam diretamente o desenvolvimento sustentável do planeta surge de uma forma muito importante e necessária a busca por novos tipos de energia e nesse cenário o nosso país tende a se destacar pela vasta área e clima que são fatores de suma importância para o desenvolvimento de novos tipos de matéria prima (SALOMÃO, 2008)

Dentre as fontes alternativas de combustível as plantas com características oleaginosas tem se mostrado bastante eficientes, nesse cenário destaca-se o Crambe (*Crambe abyssinica*), uma oleaginosa pertencente à família das *brassicaceae*, originária da região da Etiópia e adaptada a regiões secas e frias do Mediterrâneo sendo pouca conhecida no Brasil tendo se difundido mais na Europa e Estados Unidos (FUNDAÇÃO MS, 2010)

Sua introdução no Brasil no início dos anos 90 foi como forrageira para rotação de cultura e cobertura de solo no inverno devido suas características rústicas, porém mostrou uma boa capacidade para produção de óleo vegetal, produzindo até 38% de óleo, superando,

até mesmo a soja neste quesito, tornou-se uma cultura voltada para a produção de óleo vegetal (NEVES, 2007).

O óleo de crambe é rico em ácido erúico (em média 55%), o que lhe confere características importantes para a indústria química, sendo utilizado em lubrificantes, adjuvantes para aplicação de pesticidas e como agente deslizante em ligas plásticas, sua utilização para a produção de biodiesel pode trazer vantagens por apresentar baixo ponto de fusão (-120 °C) e alta estabilidade oxidativa (FUNDAÇÃO MS, 2010).

O crambe é uma cultura de polinização cruzada, o sistema radicular é profundo, sendo que a cultura pode ser considerada boa recicladora de nutrientes, o porte da planta é herbáceo com caule ramificado tendo seu ciclo total de aproximadamente 90 dias, e seu florescimento aos 35 dias. A inflorescência é do tipo rácimo de coloração branca e seu fruto é do tipo cápsula, com o formato de grão redondo de coloração marrom claro chegando ao tamanho 2 mm (KNIGHTS et al., 2002)

Do plantio à emergência, o crambe leva de 7 a 10 dias, a fase de plântula toma outros 10 dias e o crescimento vegetativo cerca de 15 dias. Aos 35 dias começa a fase reprodutiva com a floração estendendo até os 70 dias, a maturação fisiológica ocorre por volta dos 80 dias, sendo completado o ciclo com a colheita aos 90 dias (MACHADO et al., 2007).

Sendo um vegetal muito robusto, consegue 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 (FUNDAÇÃO MS, 2008).

Época de semeadura está relacionada ao período das chuvas sendo recomendadas datas distintas dependendo da região variando de março a maio. O espaçamento varia de 17 a 45 cm tendo a produtividade pouca afetada pelo espaçamento, pois a cultura compensa a baixa população com significativo engalhamento (FUNDAÇÃO MS, 2008).

A colheita pode ser realizada com máquinas utilizadas para a cultura da soja e do milho, com pequeno ajuste e a umidade deve estar entre 13 a 15% a (ROSCOE e DELMONTES, 2008).

O crambe é exigente quanto à acidez do solo, para o seu adequado desenvolvimento, o solo deve ser de boa a alta fertilidade. A camada de 0-20 cm deve estar corrigida e a de 20-40 cm com baixa saturação por Al 3+ (FUNDAÇÃO MS, 2010).

Segundo Möller (2012) o crambe não tem apresentado respostas significativas a adubações com NPK.

Dentre os elementos necessários à nutrição das plantas, o silício tem mostrado melhora em parâmetros produtivos de diversas culturas (MALAVOLTA et al., 1997).

O silício é o segundo elemento mais abundante da crosta terrestre, cuja constituição participa com 28%, no solo, o teor de Si está entre 23 a 35% na forma de minerais filossilicatados. Acido silícico é a principal espécie de Si na solução do solo, sendo que ele pode se polimerizar e formar sílica amorfa quando o teor de Si na solução é alto. A solubilidade do elemento em água não é afetada pelo pH na faixa de 2-9, mas como o acido silícico é adsorvido por óxidos de ferro e alumínio, pH muito acido em solos ricos em ferro e alumínio podem diminuir a absorção de Si (MALAVOLTA et al., 1980).

Os efeitos benéficos do Si têm sido demonstrados em várias espécies vegetais, especialmente quando essas plantas são submetidas a algum tipo de estresse, seja ele de caráter biótico ou abiótico (DATNOFF et al., 2001).

Relatos da utilização de silícios em outras oleaginosas como a canola apresentaram resultados significativos quanto as características da planta como altura, peso de semente e conseqüente produtividade (OLIVEIRA et al., 2003).

Os fertilizantes silicatados trazem vários benefícios quando utilizados de uma forma coerente na agricultura são eles: proteção mecânica já que diminuem a suscetibilidade de ataque as moléstias e pragas (Korndorfer, 2002), aumento da resistência ao acamamento, eficiência fotossintética e também ameniza toxidez de ferro, manganês, alumínio e sódio.

A atuação do silício na proteção das plantas se da pela diminuição da transpiração pela deposição de sílica na parede das células tornando as plantas mais resistentes a ação de fungos e insetos (DAYANANDAM et al., 1983).

Apesar da grande demanda de informações sobre o crambe, os trabalhos de pesquisa se encontram em fase inicial, tendo assim poucos trabalhos relacionados à resistência de pragas pela aplicação de silício. Sendo assim, objetivou-se com o presente trabalho avaliar aos efeitos do silício nos aspectos produtivos na cultura do crambe.

## **Material e Métodos**

O trabalho foi desenvolvido na Fazenda Escola da Faculdade Assis Gurgacz, (FAG), localizada no município de Cascavel, PR, nas coordenadas geográficas 53° 30' 35" de longitude Oeste de 24° 56' 24" e latitude de 740 metros. O clima da região é classificado como temperado mesotérmico e superúmido, com temperatura anual em torno de 21°C e

1300mm. Análise do solo foi realizada, com a classificação do solo: Latossolo Vermelho Eutrófico, com as seguintes características químicas: P (resina)= 9,0 mg dm<sup>-3</sup>, MO= 4,5%, pH(CaCl<sub>2</sub>)= 5,2; K, Ca, Mg, H+Al e CTC= 3,2; 68; 21; 38 e 130,2 mmolc dm<sup>-3</sup>, respectivamente e, V= 70,81%, conduzido no período entre 22 de maio a 14 de setembro de 2012.

A cultivar utilizada foi a FMS brilhante com espaçamento de 45 cm, densidade de 12 kg/ha, uma adubação de 3000 kg por hectare de cama de aviário. A área utilizada foi dessecada anteriormente com glifosato, a semeadora com disco de sorgo com 50 furos bloco triplo 5 mm.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, composto de 5 tratamentos (Tabela 1) e 4 repetições, com 5x4m cada, totalizando 20 parcelas em uma área de 400 m<sup>2</sup>.

O inseticida usado pertence ao grupo químico dos piretróides, sua classe é de inseticida sistêmico, de contato e ingestão sendo sua formulação do tipo suspensão concentrada. A aplicação foi feita aos sete dias após a semeadura, não foi encontrado insetos ou pragas nas visitas periódicas. O silicato de potássio foi aplicado a 0,10 e 0,15% de calda.

A análise estatística consistiu de análise de variância (ANAVA), e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de significância com o auxílio do software ASSISTAT

**Tabela 1** - Tratamentos utilizados no experimento.

<b>Tratamento</b>	<b>Tipo de tratamento</b>
T1	Testemunha
T2	Silicato (2 aplicações) 0,10% de calda aos 10 e 30 dias após semeadura.
T3	Silicato (3 aplicações) 0,15% de calda aos 10, 25 e 40 dias após a semeadura.
T4	Inseticida 7 dias após a semeadura (100 ml/ha)
T5	Silicato + inseticida 7 dias após a semeadura.

## **Resultados e Discussão**

Os resultados de altura de planta e massa seca de raiz para os 5 tratamentos estão apresentados na Tabela 2, onde verifica-se que não foram encontradas diferenças estatísticas entre os tratamentos.

**Tabela 2** - Altura de planta e massa seca da raiz submetidas aos diferentes tratamentos.

<b>Tratamento</b>	<b>Altura de Planta (cm)</b>	<b>Massa Seca (g)</b>
T1	70,35 a	12,60 a
T2	74,02 a	13,15 a
T3	74,15 a	12,50 a
T4	71,35 a	11,55 a
T5	73,75 a	12,20 a
CV(%)	3,13	7,89
Teste F	ns	ns

Médias, seguidas de mesma letra, dentro de cada parâmetro, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. ns: não significativo

Os coeficientes de variação apresentaram-se baixos, o que significa um comportamento homogêneo de baixa dispersão (GOMES, 2002).

De acordo com a Embrapa (2012) um dos principais efeitos do silício nos vegetais é o aumento do crescimento e acréscimo da produtividade, entretanto, os resultados encontrados não vão de acordo com essa afirmação, sendo que os parâmetros não foram apresentaram diferenças estatísticas.

A aplicação de Si normalmente estimula várias ações na planta, tais como: maior rigidez estrutural dos tecidos, por aumento da resistência mecânica das células, folhas mais eretas e diminuição do auto-sombreamento (Deren, 2001), mas nenhum fator direto que evidencie maior crescimento efetivo da planta.

Para a variável número de grãos por planta, foram encontradas diferenças estatísticas entre os tratamentos analisados, onde T2 e T3 apresentaram valores semelhantes a T5 e diferiram dos demais tratamentos. O peso de 100 grãos não apresentou diferenças estatísticas entre os tratamentos (Tabela 3).

Segundo Korndorfer (2002) o aumento do rendimento de grãos pode aumentar devido a adubação promovida pelo íon silicato.

Apesar das alterações verificadas no número de grãos, não houve uma tendência consistente para a variável massa de 100 grãos, tendo o silício não afetado neste parâmetro avaliado.

O Si proporciona vários benefícios para as plantas, assim esperava-se uma maior massa de grãos com doses crescentes de Si, o que não foi observado

**Tabela 3** - Número de grãos e massa de 100 grãos na cultura do crambe.

Tratamento	Número de grãos	Massa de 100 grãos (g)
T1	1818,15 c	11,25 a
T2	1957,20 a	12,50 a
T3	1983,70 a	12,47 a
T4	1853,45 bc	12,75 a
T5	1924,25 ab	12,17 a
CV(%)	3,49	11,13
Teste F		ns

Médias, seguidas de mesma letra, dentro de cada parâmetro, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. ns: não significativo

O aumento da massa seca é atribuída em varias plantas a ações indiretas que o silício promove como a melhor arquitetura das plantas (folhas mais eretas), assim diminui o auto-sombreamento, o que proporciona o incremento da taxa fotossintética (Korndorfer, 2002), e conseqüentemente um maior desenvolvimento das plantas adubadas com silício, parâmetro que não foi significativo nesse experimento.

O aumento no acúmulo de massa seca na fase reprodutiva é um fator determinante na produtividade das culturas. Board e Modali (2005) ressaltam que o acúmulo de massa seca é um componente importante para estimar a produtividade das oleaginosas, principalmente devido à maior interceptação de radiação solar e partição de fotoassimilados para os órgãos reprodutivos, o que auxilia na otimização da produtividade, porém no experimento realizado a massa seca não varia estatisticamente.

No período de condução do experimento, as plantas de crambe não sofreram nenhum estresse e a precipitação foi bem distribuída.

Esse é o provável motivo para que os tratamentos não surtissem efeito no experimento, pois o Si é um elemento que tem efeito mais pronunciado em ambiente de estresse para as plantas, seja ele biótico ou abiótico (SCHMIDT, 1999). Diversos autores indicam resultados positivos à aplicação de Si quando as plantas estão sujeitas a diferentes tipos de estresse, como por exemplo: estresse hídrico (Pulz, 2008), presença de  $Al^{3+}$  no solo (Wang, 2004) e ataque de pragas e doenças (Goussain, 2002), o que não foi verificado durante a condução do experimento.

## Conclusão

Os resultados obtidos não apresentaram diferença estatística para aplicação de silicato de potássio na cultura do crambe, com exceção do número de grãos, ainda assim o efeito do silício na cultura do crambe deve ser mais estudado e avaliado, considerando condições de estresses na planta.

## Referências

- BOARD, J. E.; MODALI, H. Dry matter accumulation predictors for optimal yield in soybean. **Crop Science**, Madison, v. 45, p. 1790-1799, 2005.
- DATNOFF, L.E., SNYDER, G.H., KORNDÖRFER, G.H. **Silicon in Agriculture**. Amsterdam: Elsevier, 2001. 403p.
- DAYANANDAM, P., KAUFMAN, P. B., FRAKIN, C. I. Detection of silica in plants. **American Journal Botany**, Madison, v.70, p.1079-1084.
- DEREN, C.; **Plant genotypes, silicon concentration and silicon related responses**. Amsterdam, Elsevier Science. p.149-158, 2001.
- EMBRAPA.; Disponível em <<http://www.cpao.embrapa.br/artigos/artigos/artigos1>>. Acessado em 25 de setembro de 2012.
- FUNDAÇÃO MS. **Crambe (*Crambe abyssinica*) – cultivar FMS Brilhante: uma boa alternativa para produção de biodiesel**. Boletim informativo, 2008.
- FUNDAÇÃO MS. **Tecnologia e produção: crambe**. Maracajú: Fundação MS, 2010. 62p.
- GOMES, F. P.; **Estatística aplicada a experimentos agronomicos e florestais: exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos**. Piracicaba, Fundação de estudos agrários Luis de Queiroz, 2002. 309p.
- GOUSSAIN, M.M.; Efeito da Aplicação de Silício em Plantas de Milho no Desenvolvimento Biológico da Lagarta-do-Cartucho *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Neotropical Entomology**, p305-310, 2002.
- 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.
- KORNDORFER, G.H.; PEREIRA, H.S.; CAMARGO, M.S.. **Silicatos de Cálcio e Magnésio na Agricultura**. 2.ed. Uberlândia, GPSi/ICIAG/UFU, 2002. 24 p. (Boletim Técnico, 1).
- 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**. Ed. Agronômica. Itaúna/MG – UFMG, 2007. 182p.



MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Editora Agronômica, 1980. 251p

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

MÖLLER, M. Crambe como Opção para Rotação de Cultura. Disponível em:<[www.portaldoagronegocio.com.br/conteudo.php?id=11396](http://www.portaldoagronegocio.com.br/conteudo.php?id=11396)>. Acesso em: 20 de setembro de 2012.

NEVES, M. B.; TRZECIAK, M. B.; VINHOLES, P. S.; TILLMAN, A. C.; VILLELA, F. A. **Qualidade fisiológica de sementes de crambe produzidos em Mato Grosso do Sul**. Simpósio estadual de agroenergia, Pelotas, RS: EMBRAPA, p.97-98, 2007.

OLIVEIRA, J. T. G. S. B. **Melhor dose e dose econômica de TBHQ em óleos de milho e canola**. Dissertação apresentada para obtenção do título de mestre em ciência pela ESALQ/USP, Piracicaba, 2003.

PULZ, A. L.; **Influência de silicato e calcário na nutrição, produtividade e qualidade da batata sob deficiência hídrica**. Revista Brasileira de Ciência Solo, 32:1651-165, 2008.

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

SALOMÃO, A. **Apagão de idéias**. Época Negócios. São Paulo: Globo, ano 2, n. 13, 2008.

SCHMIDT, R.E. Response of photosynthesis and superoxide dimutase to silica applied to creeping bentgrass grown under two fertility levels. **Journal of Plant Nutrition**, p. 1763-1773, 1999.

WANG, Y. Apoplastic binding of aluminum is involved in silicon-induced amelioration of aluminum toxicity in maize. **Plant Physiology Preview**, p. 3762-3770, 2004.