

**UFRRJ**  
**INSTITUTO DE AGRONOMIA**  
**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA**

**DISSERTAÇÃO**

**Produção e qualidade de sementes de *Crambe abyssinica* no Sul  
Fluminense**

**LUIZ ANTONIO SILVA DOS SANTOS**

**2011**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE AGRONOMIA  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA**

**Produção e qualidade de sementes de *Crambe abyssinica* no Sul  
Fluminense**

**LUIZ ANTONIO SILVA DOS SANTOS**

*Sob a Orientação da Professora*  
**Claudia Antonia Vieira Rossetto**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, Área de Concentração em Produção Vegetal.

Seropédica, RJ  
Julho de 2011

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE AGRONOMIA  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DE FITOTECNIA**

**LUIZ ANTÔNIO SILVA DOS SANTOS**

Dissertação submetida como requisito parcial para a obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Curso de Pós-graduação em Fitotecnia, área de Concentração em Produção Vegetal.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 14/07/2011

---

Claudia Antonia Vieira Rossetto (Dra.) UFRRJ  
Orientadora

---

Adelson Paulo de Araújo (Ph.D.) UFRRJ

---

Antônio Carlos Silva de Andrade (Dr.) ENBT-Jardim Botânico/RJ

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a DEUS, pela vida.

À minha mãe, EDENICE, pelo apoio, incentivo, uma “guerreira” de fato, que dedicou e dedica sua vida à felicidade de seus filhos.

Ao meu pai ANTONIO HENRIQUE, em memória, pelos ensinamentos que me acompanharão por toda vida.

À minha noiva, AYLA, pela paciência, companheirismo e palavras de conforto nos momentos difíceis.

Às minhas irmãs, DARDIANY e VALNICE, pela paciência e incentivo.

À professora, CLAUDIA ROSSETTO, pela orientação e ensinamentos.

Aos colegas do Laboratório de Análise de Sementes - LAS, CAMILA, RAFAELL LUSTRINO, LILIAN, LUDMILA, pela amizade e auxílio nos momentos de dificuldade.

Às Bolsistas de iniciação científica do LAS, SÉPHORA e LAÍÍS, pelo auxílio na execução das atividades.

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ, especialmente ao Programa de Pós-graduação em Fitotecnia – CPGF, pela oportunidade de formação do conhecimento, durante o curso de Mestrado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pelo auxílio financeiro através da bolsa de estudo.

À Fundação para Pesquisa e Difusão de Tecnologias do Estado do MS, pela doação das sementes.

Ao Grupo de Pesquisa Água e Solo em Sistemas Agrícolas da UFRRJ – GPASSA, pelo apoio Agro-meteorológico.

Aos Professores dos Programas de Pós-graduação da UFRRJ, especialmente aos do CPGF, pelos ensinamentos.

Às funcionárias do CPGF, TATIANA e LILI, pelo suporte e convivência amigável.

E a todos que direta ou indiretamente contribuíram para mais esta conquista.

## RESUMO

SANTOS, Luiz Antonio Silva dos. **Produção e qualidade de sementes de *Crambe abyssinica* no Sul Fluminense**. 2011. 42p Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Instituto de Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2011.

O objetivo da dissertação foi avaliar a produção e a qualidade das sementes de crambe cv. FMS Brilhante sob resíduos de plantas de girassol, bem como ajustar metodologias para avaliar o vigor das sementes desta espécie. Para isto, foram avaliados os componentes de produção, o rendimento e a qualidade fisiológica das sementes produzidas. Também foram avaliados o rendimento de óleo, o índice de colheita e o teor de nutrientes das sementes. Além disto, foram ajustados os testes de vigor (primeira contagem de germinação, comprimento de plântula, massa seca de plântula, emergência em areia e campo, condutividade elétrica, envelhecimento acelerado e deterioração controlada). Pelos resultados obtidos pode-se constatar que os resíduos de plantas de girassol favorecem os componentes de produção (massa de sementes por planta e peso de mil sementes), o rendimento de sementes e óleo e a qualidade fisiológica de sementes de crambe produzidas. Já, o ajuste de metodologias para avaliação do vigor de sementes, mostrou que o teste de deterioração controlada com pré-umedecimento a 15% (42°C/48 horas) e a 25% (45°C/36 horas), bem como o teste de emergência de plântulas em campo são eficientes na classificação dos lotes em distintos níveis.

Palavras-chave: resíduos culturais, macronutrientes, rendimento, vigor, crambe.

## **ABSTRACT**

The objective of this dissertation, was evaluate of production and quality crambe seeds cv. FMS Brilhante below sunflower plants residues, both adjust methodologies to evaluate seed vigor of this specie. Were evaluated production components, yield and physiological quality seeds. Also evaluated oil yield, harvest index and nutrients content seeds. Moreover, were adjusted of vigor tests (first germination count, length and dry mass of seedling, seedling emergence in sand and field, electrical conductivity, accelerated ageing and controlled deterioration). The results obtained, was found that, sunflower plants residues favor the production components (seeds weight per plant and thousand seed weight), yield and physiological quality crambe seeds, that were produced. However, adjust methodologies to evaluate seed vigor, showed controlled deterioration test at pre-moistened seeds at 15% and maintained under 42°C/48h and at 25% under 45°C/36h, both seedling emergence in field test, are efficient classifying the crambe seeds lots in different vigour levels.

keywords: crop residues, macronutrients, yield, vigor, crambe.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	1
1.1 Objetivos Gerais .....	2
1.2 Referências Bibliográficas .....	3
<b>2 CAPITULO I. EFEITO DOS RESÍDUOS DE PLANTAS DE GIRASSOL NA CULTURA DO CRAMBE</b> .....	4
2.1 Resumo .....	5
2.2 Abstract .....	6
2.3 Introdução .....	7
2.4 Material e Métodos .....	8
2.5 Resultados e Discussão .....	10
2.6 Conclusão .....	19
2.7 Referências Bibliográficas .....	20
<b>3 CAPITULO II. TESTES DE VIGOR EM SEMENTES DE <i>CRAMBE ABYSSINICA</i></b> .....	24
3.1 Resumo .....	25
3.2 Abstract .....	26
3.3 Introdução .....	27
3.4 Material e Métodos .....	28
3.5 Resultados e Discussão .....	30
3.6 Conclusão .....	35
3.7 Referências Bibliográficas .....	36
<b>4 ANEXOS</b> .....	39

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

A demanda por fontes de energia renováveis tem proporcionado aumento na produção de combustíveis oriundos de matéria vegetal de diversas espécies (TRZECIAK, et al., 2008). No entanto, a inserção destas em sistemas de cultivo já consolidados ou inovadores depende da adaptação às condições climáticas e do interesse do produtor (SILVA & ROSOLEM 2001).

Diante do cenário de demanda por matéria prima, o crambe (*Crambe abyssinica* Hochst. ex R. E. Fries.), originário da região do mediterrâneo e pertencente à família *Brassicaceae* (FONTANA et al., 1998), surge como importante alternativa. Destaca-se pela presença de aproximadamente 37% de óleo nas sementes que são envolvidas pelo pericarpo (MASTEBROEK & LANGE, 1997). Considerada não alimentícia, devido o alto teor de ácido erúico nas sementes, vem sendo usada na indústria de plásticos e lubrificantes (CARLSON et al., 1996). Além disso, vem sendo opção em sistemas de rotação de cultura na região centro oeste do Brasil por apresentar ciclo curto e como cobertura vegetal do solo no período de outono-inverno (JASPER et al., 2010).

Entretanto, a disponibilidade de informações quanto à tecnologia de sementes de *Crambe abyssinica* é escassa. Há necessidade de produção de sementes de alta qualidade para ficar a disposição dos agricultores (MARCOS FILHO, 2005) visando aumento quantitativo e qualitativo de produtividade (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000), bem como de métodos padronizados que sejam estabelecidos para avaliação do vigor destas sementes, visando à comparação de lotes, que rotineiramente é efetuada pelo teste de germinação (ÁVILA et al., 2005).

## **1.1 OBJETIVOS GERAIS**

Avaliar o efeito dos resíduos de plantas de girassol na cultura de crambe cv. FMS Brilhante.

Verificar a eficiência de testes de vigor na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de crambe.

## 1.2 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÁVILA, M.R.; BRACCINI, A.L.; SCAPIM, C.A.; MARTORELLI, D.; ALBRECHT, L.P. Teste de laboratório em sementes de canola e a correlação com a emergência das plântulas em campo. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.27, n.1, p.62-70, 2005.

CARLSON, K. D.; GARDNER, J.C.; ANDERSON, V.L.; HANZEL, J.J. Crambe: new crop success. In: JANICK, J. **Progress in new crops**. Alexandria: ASHS Press. p.306-322, 1996.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.

FONTANA, F.; LAZZERI, L.; MALAGUTI, L.; GALLETTI, S. Agronomic characterization of some *Crambe abyssinica* genotypes in a locality of the Po Valley. **European Journal of Agronomy**, Bologna, v.9, n.2, p.117-126, 1998.

JASPER, S.P.; BIAGGIONI, M.A.M.; SILVA, P.R.A. Análise energética da cultura do crambe (*Crambe abyssinica* Hochst.) produzida em plantio direto. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.30, n.3, p.395-403, 2010.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de Sementes de Plantas Cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.

MASTEBROEK, H.D.; LANGE, W. Progress in a crambe cross programme. **Industrial Crops and Products**, Amsterdam, v.6, n. 3, p.221-227, 1997.

SILVA, R.H.; ROSOLEM, C.A. Crescimento radicular de espécies utilizadas como cobertura decorrente da compactação do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.25, n.2, p.253-260, 2001.

TRZECIAK, M. B.; NEVES, M. B.; VINHOLES, P. S.; VILLELA, F.A.; **Utilização de sementes de espécies oleaginosas para produção de biodiesel**. Londrina: Informativo ABRATES, v.18, p.030-038, 2008.

## **2 CAPÍTULO I**

### **EFEITO DOS RESÍDUOS DE PLANTAS DE GIRASSOL NA CULTURA DO CRAMBE**

## 2.1 RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito dos resíduos de plantas de girassol na cultura do crambe cv. FMS Brilhante. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com quatro repetições. Os tratamentos foram representados por área com e sem resíduos de plantas de girassol. Foram avaliados os componentes de produção, o rendimento de sementes e a qualidade fisiológica das sementes produzidas. Também foram avaliados o rendimento de óleo, o índice de colheita e o teor de nutrientes das sementes. O resíduo de plantas de girassol favoreceu os componentes de produção (massa de sementes por planta e peso de mil sementes), o rendimento de sementes e óleo e a qualidade fisiológica de sementes de crambe produzidas.

**Palavras-chave:** *Crambe abyssinica*, macronutrientes, componentes de produção, qualidade fisiológica.

## 2.2 ABSTRACT

The objective of this work to evaluate the sunflower plants residues in the *Crambe abyssinica* cv. FMS Brilhante culture. The were adopted the randomized block design with four replications. The treatments were represented by area with and without residues sunflower plants. Were evaluated production components, seeds yield and physiological quality. Also evaluated oil yield, harvest index and nutrients content seeds. Sunflower plants residues favored the production components (seeds weight per plant and thousand seed weight), yield and physiological quality crambe seeds produced.

**Key words** *Crambe abyssinica*, macronutrients, production components, physiological quality.

## 2.3 INTRODUÇÃO

Dentre as espécies com potencial para produção de matéria prima para a cadeia produtiva do Biodiesel, tem-se o crambe (*Crambe abyssinica* Hochst. ex. R. E. Fries.). Esta espécie vem sendo opção em sistemas de rotação de cultura na região centro oeste do Brasil por apresentar ciclo curto e como cobertura vegetal do solo no período de outono-inverno (JASPER et al., 2010). No entanto, a inserção desta espécie em sistemas de cultivo já consolidados ou inovadores depende, dentre outros, do interesse do produtor (SILVA & ROSOLEM 2001).

No Brasil, na safrinha de Maracaju/MS, sob sistema de sucessão após o cultivo da soja, o cv. FMS Brilhante produziu 1658 kg.ha<sup>-1</sup> de sementes (BROCH et al., 2010), provavelmente favorecido pela maior disponibilidade de nitrogênio no sistema, pela adubação de cobertura e fixação biológica, apesar da alta taxa de exportação de nitrogênio nas sementes de soja (SOUZA et al., 2008). Já, em Dakota do Norte (USA), esta espécie produziu 1170 kg.ha<sup>-1</sup> após a sucessão ao girassol (KEMEC et al., 1998), apesar dos resíduos formados por plantas de girassol serem constituídos em sua maioria por caules e hastes (SODRÉ FILHO et al., 2004). Além disto, no caso destes resíduos de girassol, tem-se que estes permanecem no solo e podem disponibilizar nutrientes a outra cultura através do processo de decomposição (CARVALHO et al., 2008) e são considerando-se de alta qualidade, em função da alta relação C/N e altos teores de lignina (FABIAN, 2009), quando o objetivo é a lenta decomposição.

Analisando outros sistemas de sucessão ao girassol, foi constatado que estes não interferiram no rendimento de sementes de sorgo (RIZZARDDI et al., 2000) e milho (PASQUALETTO & COSTA, 2001). No entanto, proporcionaram redução no rendimento de sementes de feijão (JAKELAITIS et al., 2010). Já na cultura do milho verificou-se menor infestação de plantas daninhas, possivelmente devido a efeitos alelopáticos, pela presença dos resíduos culturais de girassol (PASQUALETTO et al., 2001).

Outro aspecto a considerar é que são raros os trabalhos que avaliam sistemas de cultivos sucessivos visando à produção de sementes considerando a qualidade fisiológica das sementes produzidas (NAKAGAWA et al., 2003). Em manejo de sucessão de culturas há predomínio da avaliação do rendimento e da massa de 1000 sementes de milho (PASQUALETTO & COSTA, 2001), do número de vagens por planta, do número de sementes por vagens e da massa de 100 sementes de feijão (OLIVEIRA et al. 2002) e de soja (MANCIN et al., 2009). E, quando é avaliada a qualidade fisiológica das sementes, Nakagawa et al. (2003) observaram que sementes de soja produzidas em sucessão à crotalária não apresentaram diferenças quanto à qualidade fisiológica mas a germinação foi inferior ao padrão mínimo devido às condições climáticas desfavoráveis na fase final de maturação e na colheita. No entanto, para trigo, houve efeito favorável da sucessão com gandu sobre o vigor das sementes.

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito dos resíduos de plantas de girassol na cultura do crambe.

## 2.4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido à 22° 45' S, 43° 41' W e 40 m de altitude, em solo classificado como Planossolo (RAMOS et al., 1973), durante os anos de 2009 e 2010 na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Foram feitas análises químicas de solo de 0 a 20 e de 20 a 40 cm, nas diferentes fases do experimento no Laboratório de Fertilidade de Solo da UFRRJ (Tabela 1) e coletados dados de temperatura (máxima e mínima) e de precipitação pluvial na Estação Ecologia Agrícola (instalada na Fazendinha Agroecológica - SIPA/RJ) (Figura 1).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com quatro repetições e, os tratamentos foram representados por área com resíduos de plantas de girassol decompostos por 43 dias antes da semeadura da cultura seguinte e, também por área sem resíduos de plantas de girassol (com que apresentava resíduos de vegetação espontânea predominantemente de *Panicum maximun* e *Brachiaria* sp). Em ambas as áreas, antes do cultivo, as plantas foram roçadas mecanicamente e, os resíduos, deixados sobre o solo.

Para o cultivo de girassol, cv Cati AL 1000, em 08 de novembro de 2009, foram semeadas, em sulcos espaçados entre si a 0,70 m, 4 sementes por metro linear, considerando o valor de 90% no teste de germinação, visando densidade de 45.000 plantas.ha<sup>-1</sup> (BRAZ, 2009). Na adubação foram utilizado 10 kg.ha<sup>-1</sup> de N, na forma de ureia, 70 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, na forma de superfosfato simples e 60 kg.ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, na forma de cloreto de potássio. Aos 35 dias após a semeadura (DAS), realizou-se a adubação de cobertura com 40 kg.ha<sup>-1</sup> de nitrogênio e 0,23 kg.ha<sup>-1</sup> de boro, na forma de ureia (RAIJ et al., 1997) e bórax (LONGHI et al., 2007), respectivamente. No fim do ciclo (117 DAS, 02 de março de 2010), as plantas foram roçadas.

Já, para o cultivo do crambe, cv. FMS Brilhante, em 15 de abril de 2010, foram semeadas foram semeadas, em sulcos espaçados entre si a 0,35 m, 35 sementes por metro linear (7kg.ha<sup>-1</sup>) considerando 80% de germinação, visando densidade de 100 plantas.m<sup>2</sup>, de acordo com Fontana et al. (1998). Na adubação foram distribuídos 10 kg.ha<sup>-1</sup> de N, 80 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 60 kg.ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, na forma de sulfato de amônio, superfosfato simples e cloreto de potássio respectivamente e, aos 30 DAS realizou-se a adubação de cobertura com 40 kg.ha<sup>-1</sup> de N, na forma de sulfato de amônio (LAGHETTI et al., 1995).

Para avaliação dos componentes de produção de sementes (que são envolvidas pelo pericarpo e denominadas de síliqua lomentácea (BRASIL, 2009), foram retiradas as plantas em 3 metros lineares aos 108 dias após a semeadura (DAS), e em seguida foram analisados os seguintes parâmetros: número e massa (g) de sementes na haste principal, nos ramos (primários, secundários, terciários e total). Os resultados foram expressos por planta. Também foi calculado o rendimento de sementes em 1,05m<sup>2</sup> e após cálculo e correção para 10% de água, os resultados foram expressos em Kg.ha<sup>-1</sup>. Calculou-se o índice de colheita de sementes, que é a razão entre a massa seca de sementes e a massa seca total da parte aérea (ARAÚJO et al., 2000) e quantificou o teor de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio (g.kg<sup>-1</sup>) nas sementes, após digestão sulfúrica de acordo com Tedesco et al. (1995). Durante o cultivo, também foi avaliado o ciclo e as fases fenológicas, bem como contada o numero de plantas na área visando obter a população inicial e final e o cálculo da porcentagem de sobrevivência. Além

disto, amostras foram analisadas quanto ao teor de óleo (%), utilizando-se 4g de massa de matéria seca de sementes pela extração com aparelho extrator de sohxlet durante 4 horas com hexano (YANIV et al., 1998). Após a evaporação do solvente em rotoavapor, as amostras de óleo foram pesadas para a determinação do rendimento por unidade de área ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) (BRITO, 2009).

Para avaliação da qualidade fisiológica, primeiramente, as sementes oriundas dos dois tratamentos (área com e sem resíduos de plantas de girassol) foram submetidas à determinação do grau de umidade a  $103 \pm 3$  °C, do peso de mil sementes e da porcentagem de retenção em peneiras de crivo circular de diâmetro de 2,38 mm, com base em Brasil (2009). Posteriormente, as sementes foram submetidas ao teste de germinação.

Para isto, quatro subamostras de 50 sementes foram distribuídas sobre papel germitest umedecido com água destilada, na proporção de 2,5 vezes a sua massa seca e, mantidas no interior de caixas plásticas do tipo gerbox a 20°C, com base em resultados preliminares. As avaliações foram realizadas aos quatro e sete dias após a instalação do teste. As avaliações foram realizadas aos quatro e sete dias (BRASIL, 2009). O teste de primeira contagem foi realizado em conjunto com o teste de germinação, considerando a avaliação do quarto dia (NAKAGAWA, 1999).

No teste de emergência de plântulas em areia, quatro subamostras de 50 sementes foram distribuídas em caixas plásticas (38 x 27 x 9 cm) contendo areia lavada, esterilizada e umedecida com água destilada até atingir 60% da capacidade de retenção (BRASIL, 2009) e conduzido em condição de ambiente sem controle. As avaliações foram realizadas diariamente até 21 dias após a semeadura, visando o índice de velocidade de emergência (NAKAGAWA, 1999).

Após a aplicação dos testes de Lilliefors e Cochran & Bartley, que verificaram a normalidade e homogeneidade das variâncias dos erros. Não houve necessidade de transformação de dados. Em seguida, realizou-se a análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (RIBEIRO JUNIOR, 2001).

## 2.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas condições deste experimento, o ciclo fenológico foi de 108 dias, dividido nas seguintes fases; semeadura-emergência (7 dias), emergência-início do florescimento (36 dias), início do florescimento-início de formação das sementes (11 dias), início de formação das sementes-maturação (54 dias), emergência-maturação (101 dias) (Figura 1). Este ciclo foi maior que constatado por Pitol, 2010, para o cultivar FMS brilhante (90 dias) em Maracaju/MS e, também verificado por Kmec et al. (1998) para o cultivar Meyer em Dakota do Norte/USA (93, 90 e 71 dias) em três anos consecutivos. No entanto, foi menor que o constatado por Fontana et al. (1998) para cinco diferentes genótipos (120 dias) e por Meijer et al. (1999) para o cultivar BelEnzian (143 e 124 dias). Para estes dois últimos, autores variações no ciclo podem estar diretamente relacionadas à interceptação da radiação pela planta nas diferentes fases do ciclo fenológico e ainda pelo local e época de semeadura. Sendo assim, a temperatura média do ar do local pode interferir na acumulação de energia térmica pela planta, e consequentemente na duração de cada fase fenológica. Além disso, quanto maior a duração da área foliar fotossinteticamente ativa, menor o ciclo da cultura (KMEC et al., 1998).

Da emergência ao início da floração, do início do florescimento ao início de formação das sementes, do início de formação a maturação e da emergência a maturação 111 dias, foi quantificada duração térmica de 711, 188, 954 e 1854 °C.dia respectivamente. Também foi constatado que a fase compreendida entre o início da formação das sementes e a maturação (54 dias) foi a de maior duração (Figura 1), assim como constatado por Meijer et al. (1999), em que esta é a maior fase no ciclo da cultura e, diretamente proporcional a duração do ciclo em dias, ou seja, quanto maior a duração térmica, maior a duração da fase. Para Fontana et al. (1998) precipitações pluviais mal distribuídas e insuficientes associadas a temperaturas inferiores a 5°C após a semeadura podem provocar redução na duração da fase vegetativa e que temperaturas superiores a 25°C entre a fase de roseta e florescimento leva ao florescimento precoce, provocando incompleta maturação das sementes, confirmado pela alta relação casca/semente de crambe.

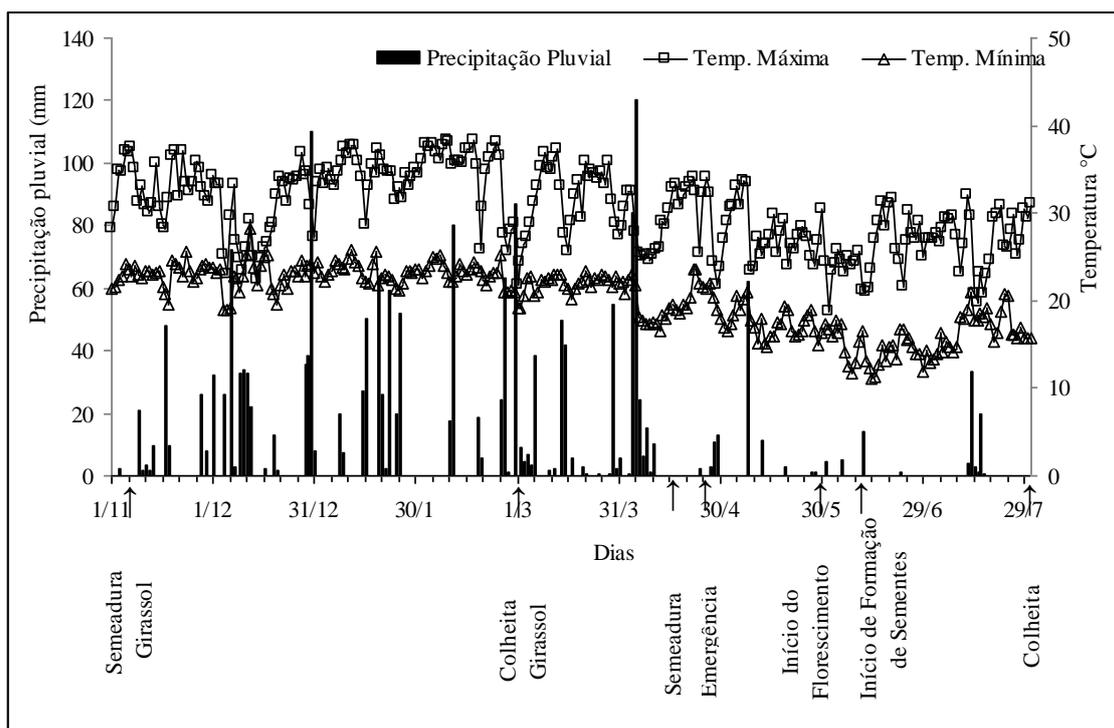


Figura 1. Temperatura (máxima e mínima) e precipitação pluvial de novembro de 2009 a julho 2010 no município de Seropédica/RJ e, fases fenológicas de girassol e crame.

Pela análise química das amostras de solo (Tabela 1) antes da instalação da cultura do girassol, foi verificado que o solo apresentava saturação por bases acima de 70% e relação cálcio/magnésio de 2,54 e 2,27, de 0-20 e de 20-40 cm de profundidade respectivamente. Estes resultados são considerados favoráveis ao cultivo de girassol, uma vez que, pode-se alcançar maior rendimento em solos com saturação próximas a 70%, e pH de 5,5 a 6,5 (CASTRO & OLIVEIRA 2005). Para os demais nutrientes, foi realizada a adubação nitrogenada, fosfatada e potássica com base nas necessidades da cultura (RAIJ et al. 1997; CASTRO & OLIVEIRA 2005).

Por ocasião da sementeira do crame em área com e sem resíduo de girassol foi verificado redução dos teores de cálcio (Ca) e magnésio (Mg) em ambas profundidades confirmada pela redução da saturação por base do solo (Tabela 1). Para potássio houve redução nas concentrações, na área com resíduo de girassol, em ambas profundidades, apesar da adubação potássica realizada na sementeira. Plantas de girassol apresentam sistema radicular pivotante e profundo (SOUZA et al., 2004), absorve da solução do solo grandes quantidades de potássio como íon  $K^+$  (TORRES & PEREIRA, 2008) e pode acumular 400 kg.ha<sup>-1</sup> de K na parte aérea total, por ocasião do florescimento (CASTRO & OLIVEIRA, 2005).

Após a colheita do crame em área com girassol houve aumento expressivo no teor de Ca e Mg do solo, em ambas profundidades (Tabela 1). Estes resultados podem estar relacionados às características destes nutrientes nos tecidos vegetais, principalmente o Ca, que é componente estrutural da parede celular (TAIZ & ZEIGER, 2004), assim, apresenta liberação mais gradativa dos resíduos culturais com o avanço do processo de decomposição (TEIXEIRA et al., 2011). Observou-se acréscimo no teor de

carbono orgânico superficial (0-20 cm), diminuição de K e aumento de P (Tabela 1). Resíduos vegetais de girassol são compostos em sua maioria por caules, com relação C/N de 81% solo (SODRÉ FILHO et al., 2004) e de lenta decomposição, ou seja, 90% dos resíduos, estão completamente decompostos após 240 dias do processo de decomposição (CARVALHO et al., 2008). Além disso, o índice de colheita de P é de 0,59 (BRAZ & ROSSETTO, 2010), ou seja, exporta-se 59% de P nas sementes, já para potássio o índice de colheita de 0,41, ou seja, ainda permanecem 41% de P e mais de 50% de K nos resíduos culturais (caule, folha e capítulo), podendo contribuir com o enriquecimento da fertilidade do solo, e ser disponibilizado à cultura seguinte com o avanço do processo de decomposição, que se intensifica a partir dos 90 dias após o início do processo de decomposição (CARVALHO et al., 2008). Possivelmente a menor concentração de  $K^+$  na área de crambe cultivada sob resíduos de plantas de girassol, deve-se ao fato da maior exigência do girassol, comparada às gramíneas espontâneas da área sem resíduos. Para Castro & Oliveira (2005) menores concentrações de  $K^+$  no solo estão relacionados à alta extração pela cultura do girassol, já segundo Correa et al. (2004) teores de fósforo aumentam considerando a baixa mobilidade deste nutriente no solo, além disso normalmente é encontrado em baixas concentrações nos tecidos vegetais na maioria das culturas.

Já na área sem o cultivo de girassol, após a colheita do crambe, observou-se menor concentração de cálcio e magnésio, comparada ao tratamento, com cultivo sob resíduo de girassol, assim como o teor de carbono orgânico do solo em ambas profundidades (Tabela 1). Assim, num sistema, agrícola, utilizando a sucessão girassol-crambe com uso dos resíduos culturais pode-se inferir obtenção de renda agrícola no verão e inverno, devido à manutenção e ou aumento do carbono orgânico do solo, dentro do ano agrícola. Para Ceretta et al. (2002) sistemas capazes de gerar quantidades de matéria seca suficientes para manter o solo coberto durante todo o ano devem ser adotados, ou seja, áreas destinadas às culturas de primavera-verão não devem permanecer em pousio durante o inverno.

Tabela 1. Análise química das amostras de solo coletadas antes do cultivo de girassol, após a colheita do girassol e antes do cultivo de *Crambe abyssinica* e após a colheita do crambe cultivado em área com e sem resíduo de plantas de girassol.

Amostra (cm)	Ph (H <sub>2</sub> O)	Al	H+Al (cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	Ca	Mg	K mg/l <sup>-1</sup>	P	C (%)	V
Antes do cultivo de girassol - Área inicial									
0-20	6,05	0,00	1,95	3,25	1,28	2,50	4,75	1,31	70,25
20-40	5,98	0,00	1,53	3,25	1,43	2,25	2,00	1,46	75,75
Após colheita do girassol e antes do cultivo de crambe									
0-20	5,60	0,00	1,85	1,40	0,70	2,45	6,65	1,58	65,00
20-40	5,60	0,00	1,35	1,30	0,35	1,50	3,05	1,06	72,50
Área sem girassol e antes do cultivo de crambe									
0-20	5,65	0,00	2,10	1,40	0,70	4,20	6,25	2,15	68,00
20-40	5,90	0,00	1,90	1,25	0,65	1,50	4,40	1,29	67,50
Após a colheita do crambe em área com resíduos de girassol									
0-20	5,33	0,00	2,31	2,40	1,45	52,04	10,43	1,73	63,13
20-40	5,47	0,00	1,98	2,43	1,60	29,08	4,04	1,23	67,22
Após a colheita do crambe em área sem resíduos de girassol									
0-20	5,02	0,15	1,77	1,20	0,90	62,28	18,43	0,99	56,03
20-40	5,14	0,11	1,44	1,08	0,78	42,43	15,41	1,19	57,40

A presença dos resíduos de plantas de girassol não interferiu na população inicial e na final de plantas de crambe, bem como na sobrevivência destas plantas (Tabela 2). No entanto, o volume de 245 mm de precipitação pluvial antes da semeadura, seguido de 15 dias de estiagem (Figura 1) proporcionou a formação de compacta camada de solo e contribuiu para a diminuição da emergência das plantas de crambe e, aliado ao ataque de formigas cortadeiras, também provocou expressiva redução na população inicial aos 21 dias após a semeadura (DAS) considerando que 35 sementes foram distribuídas por metro linear.

Em relação, a temperatura mínima 23,5 e máxima de 28,7°C (Figura 1) observada neste período, observa-se que esta está dentro do limite ideal de 20 a 29°C para a emergência da espécie (FONTANA et al., 1998). Para estes autores a redução na emergência de plântulas de crambe ocorre principalmente devido à má distribuição de precipitação pluvial e de temperaturas inferiores a 5°C logo após a semeadura.

Por ocasião da colheita 108 DAS, foi constatado mais de 80% de sobrevivência de plantas nas duas áreas de cultivo (Tabela 2), assim como constatado por Fontana et al. (1998) para os diferentes genótipos.

Na avaliação dos componentes de produção, não foi verificado efeito de tratamentos (área com e sem resíduo de plantas de girassol) no número de sementes por planta na haste principal e dos ramos (primário, secundário e terciário), assim como do total por planta (Tabela 3). Na Itália, Fontana et al. (1998) encontraram valores que variaram entre 546 e 1487 sementes por planta conforme genótipos avaliados e comentam que o número de sementes por planta foi inversamente proporcional à

densidade de plantas avaliada na fase de roseta. Também na China, valores encontrados por Wang et al. (2000) variaram entre 1276 a 2241, cultivado em cinco diferentes épocas e três distintas densidades (12, 15 e 18 plantas.m<sup>2</sup>).

Em relação ao outro componente de produção, tal como a massa de sementes por planta, foi constatado efeito favorável dos resíduos de plantas de girassol nestas sementes quando provenientes dos ramos primários (1,33 g) e secundários (2,35 g) e no total de sementes por planta (4,73 g) (Tabela 3). Wang et al. (2000) também verificaram variações na massa de sementes por planta do cultivar Meyer de 9,98 , 13,1 e 8,30g, respectivamente, que foi proporcional ao número de ramos primários (23, 25 e 22) sob três densidades (12, 15 e 18 plantas.m<sup>2</sup>).

Quando foi determinado o peso de mil, as sementes oriundas de plantas cultivadas na área com resíduo de plantas de girassol apresentavam valores superiores às cultivadas na área sem resíduos. Estes resultados são sementes obtidas para massa de sementes por planta (Tabela 3). Durante três anos Fontana et al. (1998) determinou o peso de mil sementes de seis genótipos de crambe, que oscilou entre 5,67 e 6,76 g. Para o cv. Meyer, Wang et al. (2000) verificaram variação de 4,0 a 5,7g, resultados semelhantes também foram observados por Meijer et al. (1999) para o cv. BelEnzian, com peso de mil sementes de 5,7g

A presença dos resíduos de girassol na área de cultivo de crambe aumentou o rendimento das sementes desta espécie (1930,61 kg.ha<sup>-1</sup>) (Tabela 2). Estes resultados podem estar associados aos componentes de produção, ou seja, a maior massa de sementes por planta e ao maior peso de mil sementes que foram obtidos em área com resíduos de girassol (Tabelas 2 e 3). Kemec et al. (1998) verificaram produtividade de sementes de 117 g.m<sup>-2</sup> (1170 kg.ha<sup>-1</sup>) quando o cultivar Meyer foi cultivado em sucessão ao girassol em Dakota do Norte nos Estados Unidos, com densidade de 22,7 kg.ha<sup>-1</sup> de sementes em maio de 1995. Os autores atribuíram o rendimento a duração do ciclo e acumulação térmica da semente até a maturidade fisiológica (71 dias e 1332 °C.dia). Em Seropédica, o ciclo do cv. FMS Brilhante e a acumulação térmica foram de 111 dias e 1854 °C.dia, correspondente ao mesmo período observado por Kemec et al. (1998), confirmando a existência de relação linear entre duração térmica e a produtividade, como comentado por Meijer et al. (1999). Assim, de acordo com Meijer et al. (1999) o maior impedimento para elevação da produtividade desta espécie é a ineficiência no uso da radiação durante a fase de formação das sementes, onde se tem uma maior duração térmica, e a planta depende da fotossíntese realizada pelas vagens, caules e folhas em senescência, além disso, o menor crescimento das folhas e consequentemente a diminuição da produtividade verificado em latitudes norte, está associada às baixas temperaturas nesses locais.

Para este mesmo cultivar e densidade em 2008 (120 plantas.m<sup>2</sup>) na safrinha da região Centro-Oeste do Brasil, Broch et al. (2010) verificaram rendimento de 1140 e 1658 kg.ha<sup>-1</sup> de sementes em sucessão ao milho e soja. Para os autores, o crambe teve melhor aproveitamento de nitrogênio quando cultivado em sucessão a soja, devido à adubação de cobertura e o sistema de rotação, apesar das altas taxas de exportação desse nutriente nas sementes de soja (ALVES et al., 2006).

Para baixas produtividades, Fontana et al. (1998) comenta que temperaturas superiores a 25°C entre a fase de roseta e florescimento leva ao florescimento precoce, provocando incompleta maturação das sementes, confirmado pela alta relação casca/semente de crambe. Também para Laghetti et al. (1995), a baixa produtividade é

devido a baixa densidade ou a alta temperatura que causa a maturação precoce. Já, para Meijer et al. (1999) o maior impedimento para elevação da produtividade é a ineficiência no uso da radiação durante a fase de formação das sementes, aliando a baixas temperaturas que prejudicam o crescimento das plantas.

Melhores condições de fertilidade do solo na área manejada sob resíduos de plantas de girassol podem ter possibilitado maiores rendimentos de sementes de crambe (Tabela 1 e 3). Em sistema de plantio direto, aos 60 dias de decomposição, apenas 25% de resíduos de girassol (caules e Hastes), com relação C/N de 81% (SODRÉ FILHO et al., 2004), estão completamente decompostos (CARVALHO et al., 2008). Assim, a maior parte dos resíduos encontrava-se sob o solo, uma vez que o crambe foi semeado, 45 dias após o corte das plantas de girassol. Porém aos 90 dias do processo de decomposição, 53% dos resíduos estão completamente decompostos (CARVALHO et al., 2008), coincidindo com a fase de maior exigência do crambe, que normalmente é compreendida entre o início do florescimento e o início de formação das sementes aos 54 DAS (Figura 1). Além disto, aproximadamente 20, 40, 59 e 71% de N, P, K e Ca, respectivamente permanecem nos restos culturais de girassol (BRAZ & ROSSETTO, 2010).

O índice de colheita de sementes foi superior na área com resíduos de girassol, provavelmente devido ao maior rendimento de sementes (Tabela 3). Para o cultivar, BelEnzian, este parâmetro variou de 0,31 a 0,36 (MEIJER et al., 1999). Já Fontana et al. (1998) observaram variação de 0,19 a 0,41 entre seis diferentes genótipos.

Quando as sementes produzidas foram colhidas e beneficiadas foi constatado que não houve efeito de tratamentos no grau de umidade das sementes avaliado na colheita e após secagem (Tabela 2). Além disto, estes valores foram considerados adequados para a colheita conforme Knights (2002) que relata que sementes de crambe devem ser colhidas com 12 a 14% de água e, também para o armazenamento, conforme Carvalho & Nakagawa (2000), que consideram que sementes com 7,9 e 7,6% de água podem ser seguramente armazenadas.

Em laboratório, quando foi realizada a análise da qualidade das sementes, foi constatado que o grau de umidade não variou entre tratamentos, possibilitando controle na condução dos testes de germinação e vigor (Tabela 2), como recomendado por (MARCOS FILHO 2005). Além disto, Nakagawa et al. (2003) recomendam cautela na verificação do grau de umidade de sementes produzidas afim de evitar interferências nos resultados dos testes de germinação e vigor.

Também na Tabela 3 foi constatado que 61% das sementes provenientes de área com girassol ficaram retidas na peneira de 2,38 mm de diâmetro (Tabela 2). Quanto a porcentagem de germinação, também foi verificado efeito favorável da presença de resíduos de plantas de girassol na área produtora das sementes. Entretanto, os dois tratamentos possibilitaram a produção de sementes de crambe com germinação acima do padrão mínimo (75%) de acordo com Brasil (1986). Quando avaliou-se o vigor pelo teste de porcentagem de plântulas normais na primeira contagem de germinação, assim como pelo teste de emergência de plântulas em substrato de areia e pelo índice de velocidade de emergência, houve efeito favorável do tratamento referente a presença de resíduos de plantas de girassol (Tabela 2).

Pela análise de nutrientes na semente, não foi verificado efeito dos resíduos de plantas de girassol na concentração de P, K, Ca e Mg nas sementes de *Crambe abyssinica* por ocasião da colheita aos 108 DAS, porém observou-se efeito favorável da

presença dos resíduos de girassol na concentração de nitrogênio (24, 19 g.kg<sup>-1</sup>), comparado as sementes oriundas de plantas cultivadas na área sem resíduos (21,57 g.kg<sup>-1</sup>) (Tabela 2). Além disto, em ambos tratamentos a concentração de nutrientes nas sementes de crambe em ordem decrescente foi N>K>Ca>P>Mg (Tabela 2). Assim estes resultados de nitrogênio podem ter contribuído para o maior vigor das sementes produzidas em área com resíduos de girassol (Tabela 2). Além disto, o nitrogênio está diretamente associado à formação das proteínas de reserva digeridas e translocadas para os pontos de crescimento do eixo embrionário para formação do tecido de reserva e posteriormente para formação de protoplasmas e paredes celulares (Marcos Filho, 2005). Portanto, o processo de formação de sementes está diretamente relacionado ao processo de translocação de açúcares e nitrogênio de órgãos vegetativos, especialmente de folhas para sementes (PASQUALETO & COSTA, 2001), refletindo principalmente no tamanho e massa das sementes (MARCOS FILHO, 2005), com resultados eficazes sobre o vigor.

Portanto a sucessão girassol-crambe possibilitou a produção de sementes com maiores reservas e energia e conseqüentemente de melhor qualidade provavelmente em função da fertilidade do solo da área com resíduo de girassol. No cultivo de girassol na mesma região deste experimento, foi constatada a presença de 24, 21, 44 e 40 Kg.ha<sup>-1</sup> de N, P, K e Ca nos restos culturais de folhas, caules e capítulos, mesmo após a exportação de 88, 30, 30 e 13 Kg.ha<sup>-1</sup> de N, P, K e Ca, respectivamente nos aquênios de girassol (BRAZ & ROSSETTO 2010). Assim pode inferir que os nutrientes remanescentes podem ser utilizados pela cultura em sucessão, neste caso o crambe.

Quanto à avaliação do teor e do rendimento de óleo foi verificado apenas que o rendimento foi superior nas sementes oriundas de plantas cultivadas em área com resíduo de girassol (Tabela 2), provavelmente devido ao maior rendimento de sementes (kg.ha<sup>-1</sup>), uma vez que o teor de óleo foi semelhante nos dois tratamentos. Quanto ao teor (%), resultados semelhantes foram obtidos por Lagetti et al. (1995) (39,6%) e Meijer et al. (1999) (36,1%). Com relação ao rendimento (kg.ha<sup>-1</sup>), Jasper et al. (2010) obteve 561,9 l.ha<sup>-1</sup>, a partir de 33,98 % de óleo nas sementes.

Tabela 2. População inicial e população final por metro linear, sobrevivência (%), rendimento de sementes (kg.ha<sup>-1</sup>), índice de colheita de sementes, peso de mil sementes (g), grau de umidade na colheita, após secagem e por ocasião da avaliação em laboratório (%), retenção em peneira de 2,38mm (%), germinação (%), primeira contagem de germinação (%), emergência de plântula em areia (%), índice de velocidade de emergência de plântula (IVE), teor de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio (g.kg<sup>-1</sup>), teor de óleo (%), rendimento de óleo (kg.ha<sup>-1</sup>) de *Crambe abyssinica* cultivado em área com e sem resíduos de plantas de girassol.

Tratamentos	Com resíduos de girassol	Sem resíduos de girassol	CV(%)
População inicial	17A	16A	4,29
População final	14A	13A	2,55
Sobrevivência	82A	81A	3,18
Peso de mil	6,96A	6,79B	1,29
Rendimento de sementes	1931A	1139B	16,43
Índice de colheita de sementes	0,25A	0,20B	6,87
Grau de umidade na colheita	12,4A	11,2A	15,97
Grau de umidade após secagem	7,9A	7,6A	8,98
Grau de umidade no momento dos testes de germinação e vigor	5,4A	5,8A	3,16
Retenção em peneira de 2,38 mm	61	59	-
Germinação	87A	77B	2,59
Primeira contagem de germinação	78A	70B	4,37
Emergência em areia	96A	81B	3,56
IVE	14,80A	12,71B	4,41
Nitrogênio	24,19A	21,57B	2,21
Fósforo	4,05A	3,65A	8,62
Potássio	12,67A	14,06A	7,20
Cálcio	9,23A	10,39A	4,27
Magnésio	1,07A	1,40A	7,23
Teor de óleo	39,6A	38,8A	3,83
Rendimento de óleo	764,52A	441,79B	16,45

\* Médias seguidas da mesma letra na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 3. Número e massa (g) de sementes por planta da haste principal e dos ramos (primário, secundário, terciário e total) de *Crambe abyssinica*, cultivado em área com e sem resíduos de plantas de girassol. Seropédica/RJ-2010.

Tratamentos	Haste principal	R. Primário	R. Secundário	R. Terciário	Total
Número de sementes por planta					
Com resíduos de girassol	18a	182a	323a	117a	639a
Sem resíduos de girassol	15a	131a	278a	119a	573a
CV(%)	17,50	23,19	26,29	19,13	22,83
Massa de sementes (g.planta <sup>-1</sup> )					
Com resíduos de girassol	0,33a	1,33a	2,35a	0,72a	4,73a
Sem resíduos de girassol	0,30a	0,79b	1,03b	0,67a	2,79b
CV(%)	16,39	16,57	24,07	18,13	16,31

\* Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## **2.6 CONCLUSÃO**

Na área de cultivo do crambe, os resíduos de plantas de girassol ( $4090 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) proporcionaram aumento do rendimento das sementes e de óleo, assim como dos componentes de produção (massa de sementes por planta e peso de mil sementes) e da qualidade fisiológica das sementes produzidas.

## 2.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, B.J.R.; ZOTARELLI, L.; FERNANDES, F.M.; HECKLER, J.C.; MACEDO, R.A.T.; BODDEY, R.M.; JANTALIA, C.P.; URQUIAGA, S. Fixação biológica de nitrogênio e fertilizantes nitrogenados no balanço de nitrogênio em soja, milho e algodão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.3, p.449-456, 2006.
- ARAÚJO, A.P.; TEIXEIRA, M.G.; ALMEIDA, D.L. Growth and yield of common bean cultivars at two soil phosphorus levels under biological nitrogen fixation. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.4, p.809-817, 2000.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento / Secretaria de Defesa Agropecuária. Portaria 457. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, Seção 1, p.19653, 1986.
- BRASIL, **Plano Nacional de Agroenergia 2006-2011**/Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Produção e Agroenergia 2ªed. rev. - Brasília, Embrapa Informação Tecnológica, 2006, 110 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento / Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: 2009, 399p.
- BRAZ, M.R.S. **Produção e qualidade de sementes de girassol (*Helianthus annuus* L.) influenciadas pela densidade de semeadura e pelo vigor das sementes**. 2009, 86p. Tese (Doutorado em Ciências), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.
- BRAZ, M.R.S.; ROSSETTO, C.A.V. Acúmulo de nutrientes e rendimento de óleo em plantas de girassol influenciados pelo vigor dos aquênios e pela densidade de semeadura. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.31, n.1, p.1193-1204, 2010.
- BRITO, D.M.C. **Aspectos do metabolismo de plantas de crambe (*Crambe abyssinica*) submetidas a diferentes doses de nitrogênio visando a produção de óleo para Biodiesel**. 2009, 52p. Dissertação (Mestrado em Química, Química Agrária), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.
- BROCH, D.L.; RANNO, S.C.; ROSCOE, R. Efeito de adubações de plantio e de cobertura sobre a produtividade de crambe cv. FMS Brilhante após soja e milho. **IV Congresso Brasileiro de Mamona e Simpósio internacional de oleaginosas energéticas**, João Pessoa, Paraíba, p.652-657, 2010.
- CARVALHO, A.M; BUSTAMANTE, M.M.C.; SOUZA JÚNIOR, J.G.A.; VIVALDI, L.J. Decomposição de resíduos vegetais em latossolo sob cultivo de milho e plantas de cobertura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, n. especial, p.2831-2838, 2008.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.

CASTRO, C.; OLIVEIRA, F. A. **Nutrição e adubação do girassol**. In: LEITE, R. M. V. B. de C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. (Ed.). **Girassol no Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2005. p.317-373.

CERETTA, C. A.; BASSO, C. J.; HERBES, M. G.; POLETTO, N.; SILVEIRA, M.J. Produção e decomposição de fitomassa de plantas invernais de cobertura de solo e milho, sob diferentes manejos da adubação nitrogenada. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.32, n. 1, p. 49-54, 2002.

CORREA, J.C.; MAUAD, M.; ROSOLEN, C.A. Fósforo no solo e desenvolvimento de soja influenciados pela adubação fosfatada e cobertura vegetal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.12, p.231-237, 2004.

FABIAN, A.J. **Plantas de cobertura: Efeitos nos atributos do solo e na produtividade de milho e soja em rotação**. 2009, 110p. Tese (Doutorado em Agronomia, Produção vegetal), Universidade Estadual Paulista.

FONTANA, F.; LAZZERI, L.; MALAGUTI, L.; GALLETTI, S. Agronomic characterization of some *Crambe abyssinica* genotypes in a locality of the Po Valley. **European Journal of Agronomy**, Bologna, v.9, n.2, p.117-126, 1998.

JAKELAITIS, A.; SANTOS, C. L.; BORCHART, L.; VALADÃO, F. C.A.; PITTCLOKOW, F. K. Efeitos de resíduos vegetais e herbicidas sobre as plantas daninhas e produção do feijoeiro-comum. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.23, n.1, p.45-53, 2010.

JASPER, S.P.; BIAGGIONI, M.A.M.; SILVA, P.R.A. Análise energética da cultura do crambe (*Crambe abyssinica* Hochst.) produzida em plantio direto. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.30, n.3, p.395-403, 2010.

KMEC, P.; WEISS, M.J.; MILBRATH, L.R.; SCHATZ, B.G.; HANZEL, J.; HANSON, B.K.; ERIKSMOEN, E.D. Growth analysis of crambe. **Crop Science**, Madison, v.38, n.1, p.108-112, 1998.

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.

LAGHETTI, G.; PIERGIOVANNI, A.R.; PERRINO, P. Yield and oil quality in selected lines of *Crambe abyssinica* Hochst. Ex R.E Fries and *C. hispânica* L. grown in Italy. **Industrial Crops and Products**, Amsterdam, v.4, n.3, p.203-212, 1995.

LONGHI, R.; GIACOMINI, S.J.; AITA, C.; SILVA, S.D.A.; SANTOS, G.F.; REDIN, M.; OLIVO, J.; DALAZEN, G. Adição de Carbono e Produção de Biomassa por

Culturas Bioenergéticas de Verão. Conquistas e desafios da ciência do solo brasileira. **XXXI Congresso de Ciência do Solo**, agosto de 2007. CD-ROM.

MANCIN, C.R.; SOUZA, L.C.F.; NOVELINO, J.O.; MARCHETTI, M.E.; GONÇALVES, M.C. Desempenho agrônomo da soja sob diferentes rotações e sucessões de culturas em sistema de plantio direto. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.31, n.1, p.71-77, 2009.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de Sementes de Plantas Cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.

MEIJER, W.J.M.; MATHIJSSSEN, E.W.J.M.; KREUZER, A.D. Low pod numbers and inefficient use of radiation are major constraints to high productivity in *Crambe* crops. **Industrial Crops and Products**, Amsterdam, v. 19, n. 3, p. 221-233, 1999.

NAKAGAWA, J. **Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas**. In: KRZYŻANOWSKI, F.C. et al. (Ed.) **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.2.1-2.24.

NAKAGAWA, J.; GASPAR, C.M.; SANTOS, J.R.; CARDOSO, C.L.; BICUDO, S.J. Qualidade de sementes de trigo e de soja em função de sistemas de preparo de solo e da sucessão de culturas. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.25, n.1, p.73-80, 2003.

OLIVEIRA, T.K.; CARVALHO, G.J.; MORAES, R.N.S. Plantas de cobertura e seus efeitos sobre o feijoeiro em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.8, p.1079-1087, 2002.

PASQUALETTO, A.; COSTA, L.M. Influência de sucessão de culturas sobre características agrônômicas do milho (*Zea mays* L.) em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.31, n.1, p.61-64, 2001.

PASQUALETTO, A.; COSTA, L.M.; SILVA, A.A.; SEDIYAMA, C.S. Ocorrência de plantas daninhas na cultura do milho (*Zea mays* L.) em sucessão a culturas de safrinha no sistema de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.31, n.2, p.133-138, 2001.

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

RIBEIRO JUNIOR, J.I. **Análise estatística no SAEG**. Viçosa, UFV, 2001. 301p.

RAIJ, B.V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2ªed. Campinas: Instituto Agrônomo / Fundação IAC, 1997, 198 p.

RAMOS, D.P.; CASTRO, A.F.; CAMARGO, M.N. Levantamento detalhado de solos da área da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Série Agronomia, Brasília, v.8, p.1-27, 1973.

RIZZARDI, M. A.; ARGENTA, G.; PIRES, J. L.F.; R. NEVES. Viabilidade da sucessão girassol/sorgo granífero na região do planalto médio do rio grande do sul. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.6 n.2, p.102-106, 2000.

SILVA, R.H.; ROSOLEM, C.A. Crescimento radicular de espécies utilizadas como cobertura decorrente da compactação do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.25, n.2, p.253-260, 2001.

SODRE FILHO, J.; CARDOSO, A.N.; CARMONA, R.; CARVALHO, A.M. Fitomassa e cobertura do solo de culturas de sucessão ao milho na região do cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.4, p.327-334, 2004.

SOUZA, A.; OLIVEIRA, M.F.; CASTIGLIONI, V.B.R. O boro na cultura do girassol. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.25, n.1, p.27-34, 2004.

SOUZA, R.A.; HUNGRIA, M.; FRANCHINI, J.C.; CHUEIRE, L.M.O.; BARCELLOS, F.G.; CAMPO, R.J. Avaliação qualitativa e quantitativa da microbiota do solo e da fixação biológica do nitrogênio pela soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.1, p.71-82, 2008.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.719p.

TEDESCO, M.J.; VOLKWEISS, S.J. ; BOHNEN, H. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995, 171p.

TEIXEIRA, M.B.; LOSS, ARCANGÊLO.; PEREIRA, M.G.; PIMENTEL, C. Decomposição e liberação de nutrientes da parte aérea de plantas de milho e sorgo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 35, n. 3, p. 867-876, 2011.

TORRES, J.L.R.; PEREIRA, M.G. Dinâmica do potássio nos resíduos vegetais de plantas de cobertura no cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, n.4, p.1609-1618, 2008.

WANG, Y.P.; TANG, J.S.; CHU, C.Q.; TIAN, J. A preliminary study on the introduction and cultivation of *Crambe abyssinica* in China, an oil plant for industrial uses. **Industrial Crops and Products**, Amsterdam, v.12, n.1, p.47-52, 2000.

YANIV, Z.; SHABELSKY, E.; SCHAFFERMAN, D.; GRANOT, I.; KIPNIS, T. Oil and fatty acid changes in Sinapis and Crambe seeds during germination and early development. **Industrial Crops and Products**, Amsterdam, v.9, p.1-8, 1998.

## **3 CAPÍTULO II**

### **TESTES DE VIGOR EM SEMENTES DE *CRAMBE ABYSSINICA***

### 3.1 RESUMO

O objetivo deste trabalho foi verificar a eficiência de testes de vigor na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de crambe. Para isso, quatro lotes de sementes de crambe da cultivar FMS Brilhante foram submetidos aos testes de germinação e vigor (primeira contagem de germinação, comprimento e massa seca de plântula, emergência de plântulas em areia e campo, condutividade elétrica, envelhecimento acelerado e deterioração controlada), em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. Os testes de emergência de plântulas em campo e de deterioração controlada com sementes pré umedecidas a 15% e mantidas a 42°C/48 horas e a 25% a 45°C/36 horas são eficientes na classificação dos lotes de sementes de crambe em distintos níveis de vigor.

**Palavras-chave:** envelhecimento acelerado, deterioração controlada, crambe.

### 3.2 ABSTRACT

The objective was to verify vigor tests efficiency in the evaluation the crambe seeds physiological quality. Four lots of crambe seeds of cultivar FMS Brilhante were submitted to the following standard germination and vigour test (first germination count, length and dry mass of seedling, seedling emergence in sand and field, electrical conductivity, accelerated ageing and controlled deterioration). The experiment was conducted in a randomized complete block design for test, evaluating the lots effect. The seedling emergence in field test and the controlled deterioration test at pre-moistened seeds at 15% and maintained under 42°C/48h and at 25% under 45°C/36h are efficient classifying the crambe seeds lots in different vigour levels.

**Key words:** accelerated ageing, controlled deterioration, crambe.

### 3.3 INTRODUÇÃO

O crambe (*Crambe abyssinica* Hochst. Ex R.E. Fries), da família *Brassicaceae*, vem sendo opção nos sistemas de rotação de culturas na região Centro Oeste do país, devido ao ciclo curto, tolerância à seca e a baixas temperaturas (FONTANA et al., 1998). A espécie pode ser usada como matéria-prima para produção de biodiesel, pois produz em média 1.507kg ha<sup>-1</sup> de sementes, as quais têm 34% de teor de óleo (JASPER et al., 2010). Para o estabelecimento das plantas no campo em diversas condições ambientais, é fundamental que sementes de elevada qualidade sejam produzidas e que métodos padronizados sejam estabelecidos, visando à comparação de lotes, que rotineiramente é efetuada pelo teste de germinação. Entretanto, testes de vigor podem indicar relativamente o desempenho de lotes de sementes no campo e após o armazenamento (MATTHEWS et al., 2009).

Em brássicas olerícolas, há informações sobre o emprego de vários testes de vigor. Para brócolis, o teste de deterioração controlada a 45°C durante 24 horas foi eficiente na separação de lotes, quando realizado com sementes pré-umedecidas a 18, 20, 21, 23 e 24% de água (MENDONÇA et al., 2003). Em rúcula, RAMOS et al. (2004) separaram cinco lotes de sementes em três níveis de vigor pelo teste de envelhecimento acelerado, conduzido a 41°C durante 48 horas, com ou sem solução saturada de NaCl; já, KOMBA et al. (2006) observaram o ranqueamento de seis lotes de sementes de couve em distintos níveis de vigor a 40 e 41°C durante 48 e 72 horas. Para couve-flor e repolho, o teste de condutividade elétrica, conduzido a 20°C durante 24 horas foi eficiente na detecção de pequenas diferenças na qualidade de suas sementes (MIRDADE et al., 2006; DEMIR et al., 2008). Em crambe, metodologias visando à adequação do teste de germinação têm sido avaliadas (PANNO & PRIOR, 2009), porém, quanto ao vigor, TOLEDO et al. (2011) apenas constataram que o teste de envelhecimento acelerado sem solução saturada de NaCl a 38, 40 e 42°C durante 24, 48 e 72 horas separou lotes de sementes de crambe em dois distintos níveis de vigor por apresentarem resistência diferente às condições de estresse impostas no teste. Dentro desse contexto, o objetivo no trabalho foi verificar a eficiência de testes de vigor na avaliação da qualidade fisiológica das sementes de crambe.

### 3.4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido com quatro lotes de sementes de crambe, cultivar FMS Brilhante, produzidos no sul fluminense em 2010 e mantidos em embalagem de papel a 17°C e 46% de umidade relativa do ar durante dois meses depois da colheita. O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado com quatro repetições e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Inicialmente, as sementes dos quatro lotes foram submetidas à determinação do grau de umidade a  $103\pm 3^\circ\text{C}$  e do peso de mil sementes, bem como à avaliação da porcentagem de sementes retidas em peneiras de crivo circular de diâmetro de 3,36 a 2,00mm, com base em BRASIL (2009).

Para o teste de germinação, foram utilizadas quatro subamostras de 50 sementes, distribuídas sobre papel germitest umedecido com água destilada, na proporção de 2,5 vezes a sua massa seca no interior de caixas plásticas do tipo gerbox (11x11x2,5cm), as quais foram postas em germinador regulado a 20°C com regime alternado de 12 horas de luz, com base em resultados preliminares. As avaliações foram realizadas aos quatro e sete dias após a instalação do teste, baseando-se nos critérios preconizados em BRASIL (2009). O teste de primeira contagem foi realizado em conjunto com o teste de germinação, considerando a avaliação no quarto dia após a instalação (NAKAGAWA, 1999). Para o teste de comprimento e massa de plântula, utilizaram-se quatro subamostras de 10 sementes, adotando-se a metodologia descrita para o teste de germinação. As avaliações foram realizadas no quarto dia, considerando o comprimento (cm) entre a extremidade da raiz primária e a região de inserção dos cotilédones das plântulas normais e a massa das plântulas após a remoção dos cotilédones e permanência em estufa a 80°C, durante 24 horas (NAKAGAWA, 1999). No teste de emergência de plântulas em areia, conduzido em condição de ambiente sem controle, utilizaram-se quatro subamostras de 50 sementes, distribuídas em caixas plásticas (38x27x9cm) contendo areia lavada, esterilizada e umedecida com água destilada até atingir 60% da capacidade de retenção (BRASIL, 2009), cujas avaliações foram realizadas diariamente até 21 dias após a semeadura. O teste de emergência em campo foi conduzido em Planossolo, sob canteiros de 1,4m, em que foram semeadas quatro subamostras de 50 sementes em sulcos de 0,03m espaçados a 0,35m. As avaliações foram realizadas diariamente a partir do quarto até 21 dias após a semeadura (NAKAGAWA, 1999).

No teste de condutividade elétrica, utilizaram-se quatro subamostras de 25 e 50 sementes (NERY et al., 2009), as quais foram imersas em 50mL (TORRES & PEREIRA, 2010) e 75mL de água e mantidas a 20 e 25°C durante 24 horas (TORRES & PEREIRA, 2010), sendo as leituras realizadas em condutivímetro digital da marca Quimis G795P. Para o teste de envelhecimento acelerado, utilizaram-se 250 sementes dispostas em camada única sobre uma tela de alumínio no interior de caixas plásticas do tipo gerbox, contendo, no fundo, 40mL de solução saturada de NaCl ou água (método tradicional). As sementes foram mantidas a 42 (COSTA et al., 2008) e a 45°C (KIKUTI & MARCOS FILHO, 2007), durante 36 (COSTA et al., 2008) e 48 horas e, posteriormente, foi determinado o grau de umidade e instalado o teste de germinação, avaliado aos quatro dias. No teste de deterioração controlada, primeiramente, 250 sementes foram pré-umedecidas até atingir 15, 20 e 25% de água (ROSSETTO et al.,

1995) e foram distribuídas entre duas camadas de seis folhas de papel germitest sobre tela de alumínio em caixa do tipo gerbox com 40mL de água ao fundo e mantidas a 10°C para a uniformização do grau de umidade. Logo após o procedimento, as sementes foram postas dentro de sacos de alumínio e mantidas a 42 e 45°C (GOULART & TILLMANN, 2007) durante 36 e 48 horas (LARSEN et al., 1998) e, em seguida, verificou-se o grau de umidade e foi instalado o teste de germinação, avaliado aos quatro dias.

Primeiramente, para verificação da normalidade e homogeneidade das variâncias dos erros, foram aplicados os testes de Lilliefors e Cochran & Bartley e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, após análise de variância dos dados (RIBEIRO JUNIOR, 2001).

### 3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para os quatro lotes de sementes de *Crambe abyssinica*, constatou-se uniformidade quanto à porcentagem de retenção em peneira (diâmetro de 2,38mm), peso de mil sementes e grau de umidade inicial (Tabela 1), possibilitando controle na condução dos testes de vigor, como recomendado por MARCOS FILHO (1999).

Na avaliação da qualidade fisiológica, quando foi empregado o teste de germinação, constatou-se que os lotes 1, 2 e 3 estavam acima do padrão de comercialização, que é de 75% (BRASIL, 1986), os quais foram classificados como de potencial fisiológico superior ao do lote 4 (Tabela 1). Para MARCOS FILHO (1999), o teste de germinação não permite detectar o progresso da deterioração das sementes, indicando apenas os estádios finais do processo. Entretanto, quando foram empregados os testes de vigor, como o de primeira contagem de germinação, foi constatado que este distinguiu os lotes em três níveis de vigor, sendo o lote 2 superior, o 4 inferior e os lotes 1 e 3 intermediários. A eficiência do teste de primeira contagem pode ser justificada com base em MARTINS et al. (2002), quando relataram que, durante a deterioração, a velocidade de germinação é uma das primeiras a ser prejudicada.

Quando foram aplicados outros testes de vigor, como o de massa seca de plântulas, constatou-se que os resultados foram semelhantes aos obtidos no teste de primeira contagem e, pelo comprimento de plântula, não houve diferença significativa entre os lotes (Tabela 1). Os testes de emergência de plântulas, índice de velocidade de emergência em areia e em campo indicaram os lotes 1 e 2 como de qualidade superior, o lote 3 intermediário e o lote 4 inferior (Tabela 1), porém, pelo teste de emergência de plântulas em campo, foi possível classificar os lotes em quatro níveis distintos de vigor, distinguindo os lotes 1 e 3 entre si, com destaque para o lote 1 (Tabela 1), cuja eficiência também foi constatada por GOULART & TILLMANN (2007) na diferenciação de lotes, utilizando esse teste.

As informações sobre as condições ambientais durante a condução do teste de emergência em campo foram acompanhadas, registrando-se temperatura máxima de 24 a 30°C e mínima de 22,9 a 29,4°C, que são consideradas favoráveis à emergência das plântulas de *Crambe abyssinica* (FONTANA et al., 1998).

Tabela 1 - Porcentagem de sementes de *C. abyssinica* retidas em peneira de crivo circular (diâmetro de 2,38mm), grau de umidade (%), peso de mil sementes (g) primeira contagem de germinação (%), germinação (%), comprimento de plântula (cm), massa seca de plântula (mg), emergência em areia e campo (%) e índice de velocidade de emergência (IVE).

Testes	Lotes				CV(%)
	1	2	3	4	
Retenção em peneira (%)	60	60	58	58	-
Grau de umidade (%)	6,0	5,3	5,0	6,0	-
Peso de mil sementes (g)	6,0A*	6,1A	6,0A	6,0A	2,93
Germinação (%)	89A	82A	84A	66B	3,86
Primeira contagem (%)	75B	82A	71B	57C	2,51
Comprimento de plântula (cm)	3,3A	3,0A	2,5A	3,0A	13,00
Massa seca de plântula (mg)	8,8AB	9,0A	8,0AB	7,8B	6,45
Emergência em areia (%)	97A	99A	89B	77C	4,01
IVE areia	15,8A	16,3A	14,5B	12,8C	4,47
Emergência em campo (%)	87AB	92A	85B	64C	3,35
IVE campo	10,5A	11,0A	9,3B	6,5C	5,14

\* Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O teste de condutividade elétrica (Tabela 2), conduzido com 25 sementes imersas em 50mL de água a 20°C classificou os lotes em apenas três níveis de vigor, de maneira semelhante aos resultados obtidos na classificação pelos testes de emergência de plântulas em areia, bem como de índice de velocidade de emergência de plântulas em areia e campo (Tabela 1). Em couve flor (MIRDAD et al., 2006), repolho (DEMIR et al., 2008) e nabo forrageiro (NERY et al., 2009), foi possível a classificação de lotes de sementes pelo teste de condutividade elétrica, empregando 50 sementes imersas em 75mL a 20°C, sendo assim, neste trabalho, que os resultados obtidos utilizando 25 sementes imersas em 50mL indicam a possibilidade de redução no volume de água e quantidade de sementes na condução do teste.

Tabela 2 - Condutividade elétrica ( $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ ) de sementes de *C. abyssinica* a 20 e 25°C, com 25 e 50 sementes imersas em 50 e 75mL de água.

Lotes	Condutividade elétrica ( $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ )			
	20°C		25°C	
	50mL	75mL	50mL	75mL
25 sementes				
1	153,75c*	109,00bc	176,25a	125,00a
2	139,50c	99,75c	149,75b	96,25b
3	188,25b	147,00a	146,00b	123,00a
4	247,25a	117,50b	184,25a	126,00a
CV(%)	7,39	6,99	7,35	10,04
50 sementes				
1	131,50ab	84,75ab	152,50a	101,75ab
2	124,25b	76,75b	117,75b	90,50b
3	123,50b	89,25a	137,25ab	95,25ab
4	144,00a	89,00a	142,00a	108,75a
CV(%)	4,94	6,23	7,55	6,24

\* Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Quando se empregou o teste de envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl a 45°C durante 36 horas, foi possível a classificação dos lotes em três diferentes níveis de vigor, ou seja, o lote 2 superior, o 4 inferior e os lotes 1 e 3 intermediários (Tabela 3), semelhante ao ranqueamento obtido no de primeira contagem (Tabela 1). Em couve, KOMBA et al. (2006) verificaram que o método tradicional a 40 e 41°C durante 48 ou 72 horas foi eficiente na classificação de lotes de sementes em distintos níveis de vigor, porém, em sementes de crambe, TOLEDO et al. (2011) constataram a eficiência do teste de envelhecimento acelerado sem o uso de solução saturada (método tradicional), quando empregaram temperatura de 42°C durante 48 horas.

Assim, pelos resultados, pode-se indicar o uso de solução saturada de NaCl na metodologia do teste de envelhecimento acelerado na avaliação do vigor de sementes de crambe, porém há necessidade de ajustes do tempo de avaliação que será empregado, visando a obter maior eficiência. De forma semelhante, RAMOS et al. (2004) também consideraram o teste de envelhecimento empregando solução saturada, principalmente a 45°C, como mais eficiente que o método tradicional na classificação dos lotes de sementes de rúcula quanto ao vigor.

O teste de deterioração controlada com sementes pré-umedecidas a 15% e expostas a 42°C durante 48 horas e umedecidas a 25% e expostas a 45°C durante 36 horas possibilitaram a diferenciação dos lotes de sementes de crambe em quatro níveis de vigor (Tabela 3). Entretanto, ao optar pelo pré-umedecimento a 25% de água, haverá maior exigência de tempo para execução do teste, tais resultados concordam com os obtidos no teste de emergência de plântulas em campo (Tabela 1).

Para POWELL & MATTHEWS (1981), a precisão na elevação dos níveis do grau de umidade das sementes é importante etapa na condução do teste de deterioração

controlada, principalmente para lotes de baixo e médio vigor, assim o período de tempo necessário para atingir maiores quantidades de água nas sementes é considerado limitação no emprego desse teste na rotina. MENDONÇA et al. (2003) também verificaram que o teste de deterioração controlada a 45°C durante 24 horas foi eficiente na distinção de lotes de sementes de brócolis pré-umedecidas a 18, 20, 21, 23 e 24% de teor de água.

Neste trabalho, de acordo com os resultados obtidos, o uso do teste de vigor justifica-se como alternativa para a avaliação da qualidade fisiológica das sementes, principalmente quando o teste de germinação não é eficiente. Além disso, o emprego de vários testes deve ser recomendado rotineiramente, uma vez que os resultados diferem em cada teste aplicado, reforçando os comentários de MENDONÇA et al. (2003).

Tabela 3 - Porcentagem de plântulas normais de *C. abyssinica* após as sementes terem sido submetidas ao teste de envelhecimento acelerado com ou sem solução saturada de NaCl durante 36 e 48 horas sob 42 e 45°C bem como, após terem sido pré-umedecidas a 15, 20 e 25% e submetidas ao teste de deterioração controlada durante 36 e 48 horas a 42 e 45°C.

Grau de umidade	Lotes	42°C		45°C	
		36 horas	48 horas	36 horas	48 horas
Envelhecimento acelerado					
Com NaCl	1	57b*	84a	46b	85a
	2	64a	74b	61a	75b
	3	41c	67c	48b	52d
	4	43c	57d	35c	60c
	CV(%)	3,74	4,62	5,65	3,58
Deterioração controlada					
Sem NaCl	1	73a*	71a	49b	30a
	2	60b	66b	44b	12b
	3	57b	72a	45b	11b
	4	52c	52c	63a	2c
	CV(%)	3,62	3,61	4,81	10,71
Deterioração controlada					
15%	1	72a*	62b	54b	62b
	2	68a	81a	61a	73a
	3	50c	52c	54b	70a
	4	61b	41d	33c	48c
	CV(%)	5,29	5,07	4,80	3,80
20%	1	74a*	60b	59a	54b
	2	70ab	76a	62a	61a
	3	67b	63b	47b	53b
	4	36c	37c	45b	20c
	CV(%)	4,53	3,36	5,41	5,19
25%	1	62a*	50a	71b	58b
	2	69a	49a	77a	65a
	3	51b	44b	58c	27d
	4	39c	32c	40d	52c
	CV(%)	6,92	5,17	3,90	4,67

\* Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

### **3.6 CONCLUSÃO**

Para sementes de crambe, o teste de deterioração controlada com pré-umedecimento a 15% (42°C/48 horas) e a 25% (45°C/36 horas), bem como o teste de emergência de plântulas em campo são eficientes na classificação dos lotes em distintos níveis de vigor.

### 3.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento / Secretaria de Defesa Agropecuária. Portaria 457. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, Seção 1, p.19653, 1986.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 395p.

COSTA, C.J.; TRZECIAK, M.B.; VILLELA, F.A. Potencial fisiológico de sementes de brássicas com ênfase no teste de envelhecimento acelerado. **Horticultura Brasileira**, Campinas, v.26, n.2, p.144-148, 2008.

DEMIR, I.; MAGI, M.; KENANOGLU, B.B. Prediction of germination and vigour in naturally aged commercially available seed lots of cabbage (*Brassica oleracea* var. capitata) using the bulk conductivity method. **Seed Science and Tecnology**, Zurich, v.36, n.3, p.509-523, 2008.

FONTANA, F.; LAZZERI, L.; MALAGUTI, L.; GALLETTI, S. Agronomic characterization of some *Crambe abyssinica* genotypes in a locality of the Po Valley. **European Journal of Agronomy**, Bologna, v.9, n.2, p.117-126, 1998.

GOULART, L.S.; TILLMANN, M.A.A. Vigor de sementes de rúcula (*Eruca sativa* L.) pelo teste de deterioração controlada. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.29, n.2, p.179-186, 2007.

JASPER, S.P.; BIAGGIONI, M.A.M.; SILVA, P.R.A. Análise energética da cultura do crambe (*Crambe abyssinica* Hochst.) produzida em plantio direto. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.30, n.3, p.395-403, 2010.

KIKUTI, A.P.; MARCOS FILHO, J. Potencial fisiológico de sementes de couve-flor e desempenho das plantas em campo. **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v.29, n.1, p.107-113, 2007.

KOMBA, C.G.; BRUNTON, B.J.; HAMPTON, J.G. Accelerated ageing vigour testing of kale (*Brassica oleracea* L. var. acephala DC) seed. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.34, n.1, p.205-208, 2006.

LARSEN, S.U.; POVLSEN, F.V.; ERIKSEN, E.N.; PEDERSEN, H.C. The influence of seed vigour on field performance and the evaluation of the applicability of the controlled deterioration vigour test in oil seed rape (*Brassica napus*) and pea (*Pisum sativum*). **Seed Science and Technology**, Zurich, v.26, n.3, p.627-641, 1998.

MARCOS FILHO, J. **Teste de envelhecimento acelerado**. In: KRZYZANOWSKI, F.C. et al. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.3.1-3.24.

MARTINS, C.C.; SENEME, A.M.; CASTRO, M.M.; NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, C. Comparação entre métodos para a avaliação do vigor de lotes de sementes de couve-brócolos (*Brassica oleracea* L. var. *italica* PLENK). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.24, n.2, p.96-101, 2002.

MATTHEWS, S. DEMIR, I.; CELIKKOL, T.; KENANOGLU B.B.; MAVI, K. Vigour tests for cabbage seeds using electrical conductivity and controlled deterioration to estimate relative emergence in transplant modules. **Seed Science and Tecnology**, Zurich, v.37, n.3, p.736-746, 2009.

MENDONÇA, E.A.F.; RAMOS, N.P.; FESSEL, S.A. Adequação da metodologia do teste de deterioração controlada para sementes de brócolis (*Brassica oleracea* L. - var. *Itálica*). **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.25, n.1, p.18-24, 2003.

MIRDAD, Z.; POWELL, A.A.; MATTHEWS, S. Prediction of germination in artificially aged seeds of *Brassica* ssp. Using the bulk conductivity test. **Seed Science and Tecnology**, Zurich, v.34, n.2, p.273-286, 2006.

NAKAGAWA, J. **Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas**. In: KRZYZANOWSKI, F.C. et al. (Ed.) **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.2.1-2.24.

NERY, M. C.; CARVALHO, M.L.M.; GUIMARÃES, R.M. Testes de vigor para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de nabo forrageiro. **Informativo Abrates**, v.19, n.2, p 448, 2009.

PANNO, G.; PRIOR, M. Avaliação de substratos para a germinação de crambe (*Crambe abyssinica*). **Cultivando o Saber**, Cascavel, v.2, n.2, p.151-157, 2009.

POWELL, A.A.; MATTHEWS, S. Evaluation of controlled deterioration, a new vigour test for crop seeds. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.9, n.2 p.633-640, 1981.

RAMOS, N.P.; FLOR, E.P.O.; MENDONÇA, E.A.F.; MINAMI, K. Envelhecimento acelerado de sementes de rúcula (*Eruca sativa* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.26, n.1, p.98-103, 2004.

RIBEIRO JUNIOR, J.I. **Análise estatística no SAEG**. Viçosa, UFV, 2001. 301p.

ROSSETO, C.A.V.; FERNANDEZ, E.M.; MARCOS-FILHO, J. Metodologias de ajuste do grau de umidade e comportamento das sementes de soja no teste de germinação. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.17, n.2, p.171-178, 1995.

TOLEDO, M.Z.; TEIXEIRA, R.N.; FERARRI, T.B.; FERREIRA, G. CAVARIANI, C.; CATANEO, A.C. Physiological quality and enzymatic activity of crambe seeds after the accelerated aging test. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v.33, n.4, p.687-694, 2011.

TORRES, S.B.; PEREIRA, R.A. Condutividade elétrica em sementes de rúcula.  
**Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v.32, n.4, p.58-70, 2010.

#### 4 ANEXOS

Quadro 1. Resumo da análise de variância para os dados de população inicial e final, sobrevivência, grau de umidade na colheita, grau de umidade após secagem do cv. FMS Brillhante cultivado em Seropédica – RJ. 2011.

Fontes de variação	G L	Quadrados médios				
		População inicial	População final	Sobrevivência	Grau de umidade na colheita	Grau de umidade após secagem
Bloco	3	0.6666	0.4583	8.5000	0.1746	0.260
Tratamento	1	4.5000 <sup>ns</sup>	4.1250 <sup>ns</sup>	0.5000 <sup>ns</sup>	2.8084 <sup>ns</sup>	2.2380 <sup>ns</sup>
Erro	3	0.5000	0.1250	5.8333	3.5428	3.0307
C.V.(%)		4,29	2,55	3,18	15,97	8,98

\*\* e \* significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F. ns não significativo

Quadro 2. Resumo da análise de variância para os dados de rendimento de semente e óleo, teor de óleo, peso de mil e índice de colheita de sementes do cv. FMS Brillhante cultivado em Seropédica – RJ. 2011.

Fontes de variação	G L	Quadrados médios				
		Rendimento de sementes	Rendimento de óleo	Concentração de óleo	Peso de mil	Índice de colheita
Bloco	3	17180.3459	2721.395679	4.048233	0.0038	0.0019
Tratamento	1	1254417.1224*	208306.0785*	1.312200 <sup>ns</sup>	0.1513*	0.0050*
Erro	3	63542.4209	9844.5953	2.257900	0.0044	0.0002
C.V.(%)		16,43	16,45	3,83	1,29	6,87

\*\* e \* significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F. ns não significativo

Quadro 3. Resumo da análise de variância para os dados de número de sementes por planta da haste principal e dos ramos (primário, secundário, terciário e total) do cv. FMS Brillhante cultivado em Seropédica – RJ. 2011.

Fontes de variação	G L	Quadrados médios				
		Haste principal	R. Primário	R. Secundário	R. Terciário	Total
Bloco	3	3.0000	51.5000	2803.3333	4038.8333	14556.3333
Tratamento	1	18.0000 <sup>ns</sup>	5202.0000 <sup>ns</sup>	3784.5000 <sup>ns</sup>	8.0000 <sup>ns</sup>	18432.000 <sup>ns</sup>
Erro	3	8.3333	1321.6666	6241.8333	511.6666	18204.3333
C.V.(%)		17,50	23,19	26,29	19,13	22,83

\*\* e \* significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F. ns não significativo

Quadro 4. Resumo da análise de variância para os dados de massa de sementes por planta da haste principal e dos ramos (primário, secundário, terciário e total) do cv. FMS Brillhante cultivado em Seropédica – RJ. 2011.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios				
		Haste principal	R. Primário	R. Secundário	R. Terciário	Total
Bloco	3	0.0052	0.0067	0.0683	0.0062	0.1033
Tratamento	1	0.0021 <sup>ns</sup>	0.7812**	3.3282 *	0.0031 <sup>ns</sup>	7.5272*
Erro	3	0.0026	0.0076	0.2580	0.0036	0.3761
C.V.(%)		16,39	16,57	24,07	18,13	16,31

\*\* e \* significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F. ns não significativo

Quadro 5. Resumo da análise de variância para os dados de teor de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio em sementes do cv. FMS Brillhante cultivado em Seropédica – RJ. 2011.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios				
		Nitrogênio	Fósforo	Potássio	Cálcio	Magnésio
Bloco	3	1.6632	0.0745	1.3093	0.1730	0.0042
Tratamento	1	13.7812**	0.2850 <sup>ns</sup>	3.8226 <sup>ns</sup>	2.6912 <sup>ns</sup>	0.2178 <sup>ns</sup>
Erro	3	0.2552	0.1101	0.9249	0.1757	0.0080
C.V.(%)		2,21	8,62	7,20	4,27	7,23

\*\* e \* significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F. ns não significativo

Quadro 6. Resumo da análise de variância para os dados de grau de umidade por ocasião da avaliação em laboratório (GU), germinação, primeira contagem de germinação, emergência em areia e do índice de velocidade de emergência de plântula (IVE) de sementes do cv. FMS Brillhante cultivado em Seropédica – RJ. 2011.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios				
		GU	Germinação	Primeira contagem	Emergência em areia	IVE
Bloco	3	0.0260	8.4583	7.8645	15.0833	0.4304
Tratamento	1	0.2380 <sup>ns</sup>	288.0000**	116.2812*	465.1250**	8.7571*
Erro	3	0.0307	4.3333	10.2812	9.8750	0.3684
C.V.(%)		3,16	2,59	4,37	3,56	4,41

\*\* e \* significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F. ns não significativo

Quadro 7. Resumo da análise de variância para os dados de peso de mil sementes, primeira contagem de germinação (PC), germinação (G) e comprimento de plântulas, obtidos de sementes de Crambe abyssinica. Seropédica – RJ, 2011.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios			
		Peso de mil	PC	G	Comprimento de plântula
Lote	3	0,0312 <sup>ns</sup>	448,67**	284,25**	0,39 <sup>ns</sup>
Erro	12	0,0303	3,17	9,58	0,14
C.V.(%)		2,93	2,51	3,86	13

\*\* e \* significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F. ns não significativo

Quadro 8. Resumo da análise de variância para os dados de massa da matéria seca de plântula, emergência em areia e campo e de índice de velocidade de emergência (IVE) em areia e campo, obtidos de sementes de *Crambe abyssinica*. Seropédica – RJ, 2011.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios				
		Massa seca de plântula	Emergência		IVE	
			areia	campo	areia	campo
Lote	3	1,42*	428,67**	628,33**	9,73**	16,23**
Erro	12	0,29	13,17	7,50	0,44	0,23
C.V.(%)		6,45	4,01	3,35	4,47	5,14

\*\* e \* significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F. ns não significativo

Quadro 9. Resumo da análise de variância para os dados de condutividade elétrica nas temperaturas de 20 e 25°C com 50 e 75 mL para 25 sementes, obtidos de sementes de *Crambe abyssinica*. Seropédica – RJ, 2011.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios			
		20/50/25	20/75/25	25/50/25	25/75/25
Lote	3	9201,06**	1623,23**	1449,56**	813,73
Erro	12	181,10	68,31	145,35	139,23
C.V.(%)		7,39	6,99	7,35	10,04

\*\* e \* significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F. ns não significativo

Quadro 10. Resumo da análise de variância para os dados de condutividade elétrica nas temperaturas de 20 e 25°C com 50 e 75 mL para 50 sementes, obtidos de sementes de *Crambe abyssinica*. Seropédica – RJ, 2011.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios			
		20/50/50	20/75/50	25/50/50	25/75/50
Lote	3	361,22**	136,22*	847,08**	251,89*
Erro	12	41,73	28,02	107,71	45,94
C.V.(%)		4,94	6,23	7,55	6,84

\*\* e \* significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F. ns não significativo

Quadro 11. Resumo da análise de variância para os dados de envelhecimento acelerado em solução saturada de NaCl, nas temperaturas de 42 e 45°C por períodos de 36 e 48 horas, obtidos de sementes de *Crambe abyssinica*. Seropédica – RJ, 2011.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios			
		42/36	42/48	45/36	45/48
Lote	3	491,67**	523,58**	462,77**	854,92**
Erro	12	3,67	10,58	7,08	5,92
C.V.(%)		3,74	4,62	5,65	3,58

\*\* e \* significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F. ns não significativo

Quadro 12. Resumo da análise de variância para os dados de envelhecimento acelerado pelo método tradicional, nas temperaturas de 42 e 45°C por períodos de 36 e 48 horas, obtidos de sementes de *Crambe abyssinica*. Seropédica – RJ, 2011.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios			
		42/36	42/48	45/36	45/48
Lote	3	320,92**	348,67**	324,92**	575,00**
Erro	12	4,75	5,50	5,75	2,17
C.V.(%)		3,62	3,61	4,81	10,71

\*\* e \* significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F. ns não significativo

Quadro 13. Resumo da análise de variância para os dados de deterioração controlada com o teor de água das sementes ajustado para 15% submetidas a temperaturas de 42 e 45°C por períodos de 36 e 48 horas, obtidos de sementes de *Crambe abyssinica*. Seropédica – RJ, 2011.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios			
		42/36	42/48	45/36	45/48
Lote	3	371,67**	1150,92**	602,25**	492,67**
Erro	12	11,00	8,92	5,92	5,83
C.V.(%)		5,29	5,07	4,80	3,80

\*\* e \* significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F. ns não significativo

Quadro 14. Resumo da análise de variância para os dados de deterioração controlada com o teor de água das sementes ajustado para 20% submetidas a temperaturas de 42 e 45°C por períodos de 36 e 48 horas, obtidos de sementes de *Crambe abyssinica*. Seropédica – RJ, 2011.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios			
		42/36	42/48	45/36	45/48
Lote	3	1253,67**	1048,25**	300,25**	1328,25**
Erro	12	7,83	3,92	8,42	5,92
C.V.(%)		4,53	3,36	5,41	5,19

\*\* e \* significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F. ns não significativo

Quadro 15. Resumo da análise de variância para os dados de deterioração controlada com o teor de água das sementes ajustado para 25% submetidas a temperaturas de 42 e 45°C por períodos de 36 e 48 horas, obtidos de sementes de *Crambe abyssinica*. Seropédica – RJ, 2011.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios			
		42/36	42/48	45/36	45/48
Lote	3	707,58**	273,00**	1073,33**	1065,67**
Erro	12	14,42	5,00	5,67	5,50
C.V.(%)		6,92	5,17	3,90	4,67

\*\* e \* significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F. ns não significativo