



ARTIGO ORIGINAL

Lilian Moreira Costa^{1*}
Osvaldo Resende¹
Douglas Nascimento Gonçalves¹
Kelly Aparecida de Sousa¹

¹ Instituto Federal Goiano – IF Goiano, Campus Rio Verde, Rodovia Sul Goiana, km 01, Zona Rural, 75901-970, Rio Verde, GO, Brasil

*Autor Correspondente:
E-mail: lmctpg@yahoo.com.br

PALAVRAS-CHAVE

Crambe abyssinica
Emergência em campo
Desidratação

KEYWORDS

Crambe abyssinica
Field emergence
Moisture content

Qualidade fisiológica das sementes de crambe submetidas a diferentes condições de secagem

Physiological quality of crambe seeds submitted to different drying conditions

RESUMO: Há um consenso generalizado sobre o fato de que a secagem inadequada é a principal causa da deterioração da semente. Desse modo, se houver negligência na secagem da semente, o esforço despendido em estudos de melhoramento genético, fitotécnicos e de zoneamento edafoclimático poderá ser comprometido. Assim, objetivou-se com este trabalho analisar a qualidade fisiológica das sementes de crambe submetidas à secagem em diversas condições de ar. Foram utilizados frutos de crambe cv FMS Brilhante, no Campo Experimental IF Goiano, campus de Rio Verde. Os frutos de crambe foram colhidos manualmente com teor de água de $27,0 \pm 1,0$ (% b.u) e secos até o teor de $7,0 \pm 1,3$ (% b.u.) nas temperaturas de 35, 45, 60, 75 e 90 °C e umidades relativas de 20,9, 8,7, 6,8, 4,8 e 2,3%, respectivamente. A qualidade das sementes foi avaliada pela porcentagem de germinação, pelo índice de velocidade de germinação, pela emergência em campo, pelo índice de emergência e pela condutividade elétrica. Conclui-se que o tempo de secagem dos frutos de crambe foi reduzido com o aumento da temperatura e que a qualidade fisiológica das sementes do crambe foi influenciada negativamente.

ABSTRACT: It is general consensus that incorrect drying is the main cause of seed deterioration. Thus, negligence in drying seed may compromise the efforts of studies on genetic improvement, phytotechnical and edafoclimatic zoning. This work aimed to analyze the physiological quality of crambe seeds submitted to different air-drying conditions. We used fruits of crambe FMS Bright cv from the Experimental Campus IF Goiano Rio Verde. The crambe were collected manually with a moisture content of 27.0 ± 1.0 (% d.b.) and dried to the level of 7.0 ± 1.3 (% d.b.) at temperatures of 35, 45, 60, 75 and 90 °C and relative humidity of 20.9, 8.7, 6.8, 4.8 and 2.3% respectively. Seed quality was evaluated by germination percentage, germination speed index (GSI), field emergence, emergence index (SEI) and electrical conductivity. We conclude that increasing temperatures reduces the drying time of the crambe fruits and negatively affect the physiological quality of the seeds.

1 Introdução

O mercado do biodiesel vem crescendo consideravelmente nos últimos anos em função das preocupações de vários países com o meio ambiente e da intenção de reduzir a dependência do petróleo importado. Nos últimos anos, vários países lançaram programas de incentivo à produção e ao consumo do biocombustível (Mello et al., 2007). Embora o Brasil possua uma diversidade de plantas com potencial para produção de óleos vegetais e, conseqüentemente, de biodiesel, diversas culturas ainda têm caráter extrativista, não havendo plantios comerciais que permitam avaliar suas reais potencialidades. Diante desse aspecto, o crambe (*Crambe abyssinica*) vem se destacando na região Centro-Oeste como uma matéria-prima com potencial para a extração de óleo.

No Brasil, estudos relacionados à cultura e à produção de óleo do crambe foram iniciados recentemente, quando os produtores e os pesquisadores nacionais passaram a ter acesso à cultivar FMS Brilhante. Com o objetivo de avaliar o potencial de produção do crambe e as características físico-químicas do óleo e do biodiesel obtidos desses grãos, Jasper et al. (2013) concluiu, após análise, que o biodiesel do *Crambe abyssinica* Hochst está de acordo com as normas estabelecidas na Resolução nº 7 da Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP). Segundo Li et al. (2011), o óleo de crambe contém 55-60% de ácido erúico, o que faz dele um óleo não comestível. Wazilewski et al. (2013) relatam que o biodiesel fabricado a partir do óleo de crambe é apresentado como mais estável do que o obtido do óleo de soja.

Na literatura, existe carência de informações a respeito das alterações que podem ocorrer nas características das sementes de crambe durante a secagem e o armazenamento. Segundo Costa et al. (2012a), a qualidade fisiológica das sementes do crambe foi influenciada pelo aumento da temperatura de secagem.

Para Resende et al. (2012), a secagem ocorre pela transferência de calor e de massa, em que as condições e os métodos utilizados podem alterar a qualidade das sementes. No entanto, estudos detalhados conduzidos durante os últimos anos contribuíram para a compreensão das diferentes respostas à secagem apresentadas por sementes recalitrantes e ortodoxas. As membranas das organelas celulares, o citoesqueleto e o núcleo esquelético são essenciais para o perfeito funcionamento da célula, e danos a essas estruturas durante a secagem podem levar à perda de viabilidade (Berjak & Pammenter, 2000).

De acordo com Almeida et al. (2013), a secagem é o processo mais aplicado a fim de manter a qualidade e a estabilidade da semente, considerando que a retirada parcial da água reduz a atividade química e biológica durante o armazenamento. No entanto, a secagem em condições de temperatura e umidade relativa do ar elevadas pode comprometer negativamente a qualidade dessas sementes.

Sabe-se que o armazenamento de sementes por períodos prolongados e com teores de água elevados é praticamente inviável, pois, nessas condições, o metabolismo das sementes continua intenso. Portanto, além da secagem, outro fator importante na produção de mudas a partir de sementes é o seu armazenamento, segundo Bruckner & Picanço (2001).

Diante o exposto, torna-se relevante a execução de trabalhos referentes ao assunto para gerar informações teóricas e práticas visando à adequada conservação pós-colheita do produto. Assim, por meio deste trabalho, objetivou-se analisar a qualidade

fisiológica das sementes de crambe submetidas à secagem em diversas condições de ar.

2 Material e Métodos

Para a realização deste trabalho, foram utilizados frutos de *Crambe abyssinica* da cultivar FMS Brilhante, produzido no Campo Experimental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, campus de Rio Verde (IF Goiano, campus de Rio Verde), localizado em Rio Verde/GO a 17° 47' 53" de latitude (S) e 51° 55' 53" de longitude (W). O experimento foi realizado nos Laboratórios de Pós-colheita de Produtos Vegetais, Laboratório de Sementes e no setor de Olericultura do IF Goiano, campus de Rio Verde. Foi realizada a colheita manual dos frutos de crambe quando verificou-se que o teor de água dos frutos se situava em torno de $27,0 \pm 1,0$ (% b.u.), determinado por gravimetria, utilizando-se estufa a 105 ± 3 °C, durante 24 horas (Brasil, 2009).

A secagem do crambe foi realizada em estufa com ventilação forçada mantida nas temperaturas controladas de 35, 45, 60, 75 e 90 °C e umidades relativas de 20,9, 8,7, 6,8, 4,8 e 2,3%, respectivamente. Durante o processo de secagem, as bandejas contendo em cada uma 0,4 kg de amostras foram pesadas, periodicamente, até o ponto final da secagem de, aproximadamente, $7,0 \pm 1,3$ (% b.u.), estabelecido para o armazenamento seguro desse produto de acordo com Costa et al. (2012b). A temperatura e a umidade relativa do ar de secagem foram monitoradas por meio de um psicrômetro instalado no interior do secador experimental.

O teste de germinação foi realizado com quatro subamostras de 25 sementes de crambe de cada lote, acondicionadas em caixas tipo "gerbox" sobre papel mata-borrão umedecido com água destilada equivalente a 2,5 vezes a massa do substrato seco, visando ao umedecimento adequado e, conseqüentemente, à uniformização do teste. Em seguida, foram mantidas em germinador de câmara do tipo "Mangelsdorf", regulado a uma temperatura constante de 25 ± 2 °C. As interpretações foram efetuadas a partir do segundo dia após a semeadura, computando-se o número de sementes com emissão da radícula e, em seguida, avaliadas a cada dois dias até completar 32 dias, segundo os critérios estabelecidos nas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009) modificada.

Posteriormente, foram computados a porcentagem média de germinação e o índice de velocidade de germinação (IVG), segundo Maguire (1962).

O teste de emergência em campo foi realizado em Latossolo Vermelho Distrófico com a análise física obtida por meio de amostras na profundidade de 0-5 cm (Tabela 1).

Para a implantação do experimento, procedeu-se ao preparo convencional da área (aração e gradagem); em seguida, os canteiros foram confeccionados com auxílio de microtrator e de enxada rotativa. Os canteiros possuíam uma área total de

Tabela 1. Análise física do solo, área experimental no IF Goiano, campus de Rio Verde.

Table 1. Physical soil analysis, the experimental area IF Goiano-Campus Rio Verde.

Profundidade	Areia	Silte	Argila
cm	kg kg ⁻¹	kg kg ⁻¹	kg kg ⁻¹
0-5	0,5524	0,1664	0,2812

40 m², divididos em 20 parcelas de 2 m² cada, seguindo-se o sulcamento manual na profundidade de 3 cm, com quatro linhas de 50 sementes cada e espaçamentos de 8 cm entre linha e 4 cm entre planta. As irrigações foram realizadas diariamente, pela manhã, às 9 horas e, à tarde, às 16 horas, visando ao fornecimento de água para a germinação das sementes e emergência das plântulas. Iniciou-se a avaliação do teste no dia seguinte após a semeadura (DAS), prosseguindo-se com as avaliações diariamente até o 14^o DAS. Foram consideradas emergidas as plântulas que apresentavam parte aérea (emissão do epicótilo) com tamanho maior ou igual a 0,5 mm acima da superfície do solo, calculando-se, ao final do ensaio, a porcentagem de emergência e o índice de velocidade de emergência (IVE), conforme metodologia descrita por Maguire (1962).

O teste de condutividade elétrica (CE) foi realizado nos frutos de crambe, segundo metodologia descrita por Vieira & Krzyzanowski (1999). Foram utilizados 50 frutos para quatro subamostras de cada tratamento e pesadas com precisão de duas casas decimais (0,01 g). As amostras foram colocadas para embeber em copos plásticos com 75 mL de água deionizada e mantidas em câmara do tipo BOD (Biochemical oxygen demand) com temperatura controlada a 25 °C durante 24 horas. As soluções contendo o crambe foram levemente agitadas para uniformização dos lixiviados, e, imediatamente, procedeu-se à leitura em condutivímetro digital portátil modelo CD-850 "INSTRUTHERM", sendo os resultados expressos em mS cm⁻¹g⁻¹ de sementes, dividindo-se a leitura verificada pela massa.

O experimento foi montado em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com cinco tratamentos (temperaturas de secagem de 35, 45, 60, 75 e 90 °C) em quatro repetições. Os dados foram analisados por meio de análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey, adotando-se o nível de 5% de significância.

3 Resultados e Discussão

Na Figura 1, são apresentadas as curvas de secagem em diversas condições de ar para os frutos de crambe. Verifica-se que os tempos de secagem dos frutos de crambe, considerando a redução do teor de água de 27,0 ± 1,0 (% b.u.) para 7,0 ± 1,3 (% b.u.), com temperaturas de secagem de 35, 45, 60, 75 e 90 °C, foram, respectivamente, de 13,75; 7,75; 5,00; 3,75 e 3,26 horas.

De acordo com Elias (2002), quando o produto entra em contato com o ar de secagem, realizam-se trocas até que sua pressão de vapor e a temperatura tenham valores semelhantes, atingindo níveis de equilíbrio energético, hídrico e térmico. Entretanto, a temperatura do ar de secagem deve ser controlada dentro de certos limites, evitando-se, assim, possíveis danos físico-químicos e biológicos às sementes.

Assim, verifica-se que, com o aumento da temperatura, diminuiu-se o tempo de secagem devido ao aumento da velocidade de retirada de água do interior do produto, como observado para a maioria dos produtos agrícolas, no caso o feijão-vermelho (Corrêa et al., 2007; Resende et al., 2007) e o nabo forrageiro (Sousa et al., 2011).

Portanto, observou-se que o tempo para que os frutos de crambe chegassem ao teor de água final de 7,0 ± 1,3 (% b.u.) foi semelhante ao do pinhão-manso, para condições de temperatura de secagem de 30, 40, 50, 60, 70 °C (Ullmann et al., 2010).

Esses resultados também foram similares aos verificado por Costa et al. (2012a), durante a secagem dos frutos de crambe nas temperaturas de 30, 40, 50, 60 e 70 °C, que verificaram ainda que a elevação da temperatura do ar aumentou a taxa de secagem e diminuiu o tempo necessário para a secagem, considerando-se a redução do teor de água de 21,0 ± 1,3 para 7,0 ± 1,4 (% b.u.)

Nas Figuras 2 e 3, são apresentados os valores da porcentagem de germinação e do IVG durante a secagem de frutos de crambe em diferentes temperaturas. Observa-se que as temperaturas de secagem de 35, 45, 60, 75 e 90 °C não apresentaram diferenças ($p > 0,05$) quanto à porcentagem de germinação (Tabela 1).

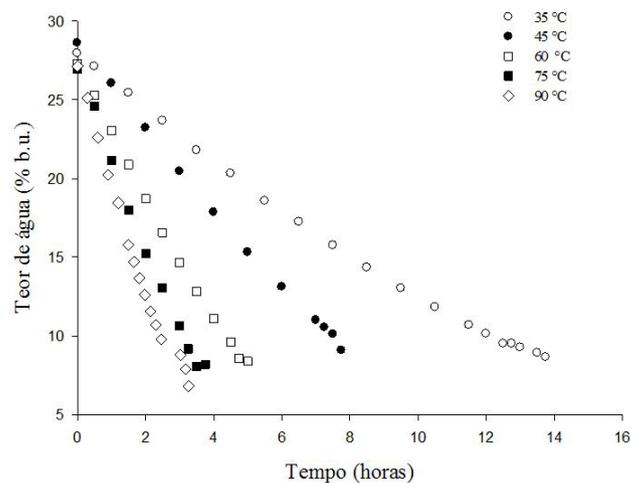


Figura 1. Curvas de secagem dos frutos de crambe para diferentes temperaturas. Não houve significância para os efeitos dos tratamentos (cv%: 26,81).

Figure 1. Drying curves of crambe fruit to different temperatures. There was no significance about effects of treatments (cv%: 26.81).

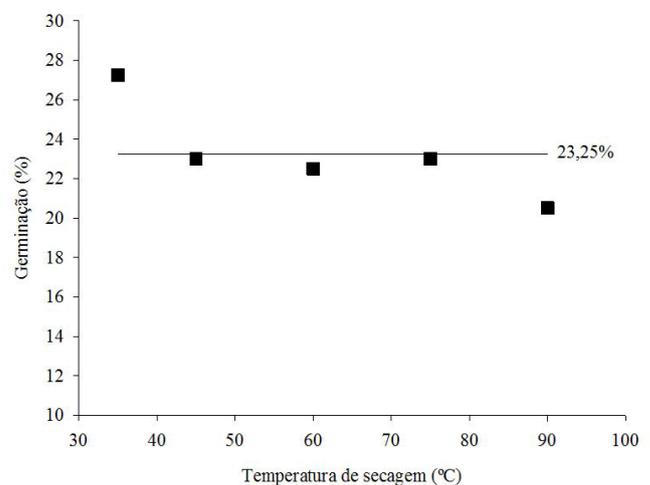


Figura 2. Porcentagem de germinação das sementes de crambe submetidas à secagem em diferentes temperaturas. Não houve significância para os efeitos dos tratamentos (cv%: 28,76).

Figure 2. Germination of percentage of crambe seeds submitted to drying at different temperatures. There was no significance about effects of treatments (cv%: 28.76).

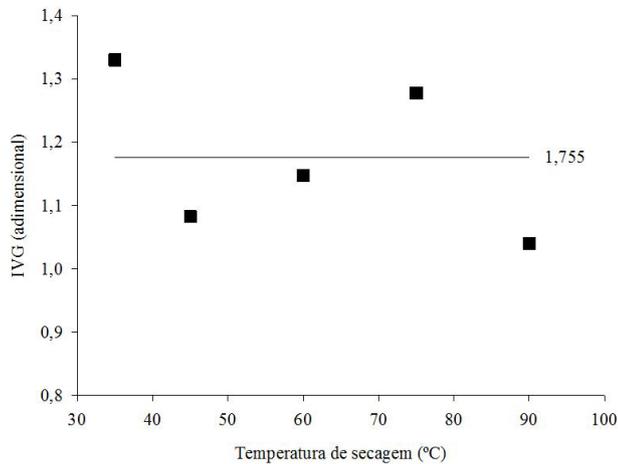


Figura 3. Índice de velocidade de germinação das sementes de crambe submetidas à secagem em diferentes temperaturas. Os efeitos dos tratamentos indicados pela mesma letra não diferem entre si (LSD, 5% de significância) (cv%: 33,64).

Figure 3. Germination speed index of crambe seeds submitted to drying at different temperatures. Effects of the treatments indicated by the same letter do not differ from each other (LSD, 5% significance level) (cv%: 33.64).

Os valores apresentados para as respectivas temperaturas foram 27,25, 23, 22,5, 23 e 20,5%, com média de 23,25%.

A análise da germinação das sementes de crambe evidenciou que os lotes apresentaram baixa porcentagem de germinação logo após a secagem, possivelmente devido à dormência presente nas sementes após a colheita ou à resistência dos tecidos do tegumento. Fato semelhante foi identificado por Costa et al. (2012a), que verificaram que a porcentagem de germinação das sementes de crambe, logo após a secagem nas temperaturas de 23, 30, 40, 50, 60 e 70 °C, foi baixa, com valores de 6,5, 17,1, 4,4, 7,1, 3,5 e 4,6%, respectivamente. De modo geral, verificaram que o aumento da temperatura interferiu negativamente na qualidade fisiológica das sementes. Esses pesquisadores relataram que os baixos valores da germinação e do IVG indicam a dormência das sementes de crambe recém-colhidas. Faria et al. (2012), estudando a viabilidade de sementes recém-colhidas de crambe, submetidas a diferentes condições de secagem e teores de água, observaram um baixo percentual de germinação e ressaltaram que as sementes de crambe têm algum tipo de dormência.

Para o IVG das sementes de crambe (Figura 3), nota-se que há uma semelhança com a porcentagem de germinação ($p > 0,05$), não apresentando efeito do tempo e das temperaturas de secagens e com valor médio de 1,755 (Figura 1). Segundo Silva & Vieira (2006), o teste de IVG considera que lotes cujas sementes germinam mais rapidamente são mais vigorosas, havendo, portanto, relação direta entre velocidade de germinação e vigor das sementes. Assim, pode-se afirmar que a secagem exerceu influência sobre o vigor das sementes dessa espécie.

Nas Figuras 4 e 5, são apresentados os valores da porcentagem de emergência e do IVE em campo das sementes de crambe submetidas à secagem em diferentes temperaturas. Ressalta-se que a média de plântulas emergidas em campo foi de 25,62, 29,5, 28,12, 13,5 e 15,37%, respectivamente, para as temperaturas de secagem de 35, 45, 60, 75 e 90 °C. O maior

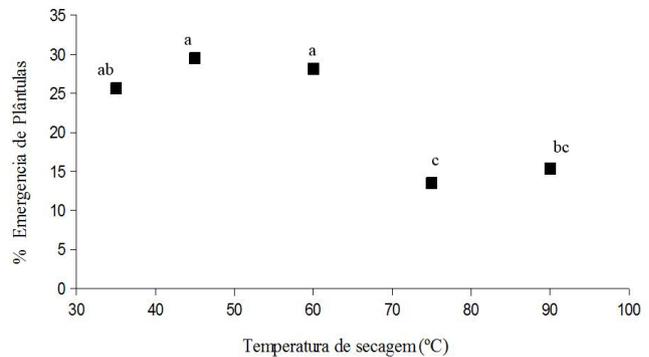


Figura 4. Porcentagem de emergência (%) de plântulas em campo aos 14 dias, das sementes de crambe submetidas à secagem em diferentes temperaturas. Os efeitos dos tratamentos indicados pela mesma letra não diferem entre si (Tukey, 5% de significância) (cv%: 36,91).

Figure 4. Emergency Percentage (%) field seedling at 14 days of crambe seeds submitted to drying at different temperatures. Effects of the treatments indicated by the same letter do not differ from each other (Tukey, 5% significance level) (cv%: 36.91).

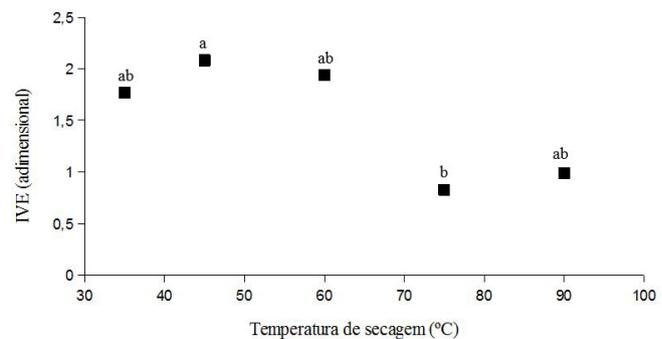


Figura 5. Índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas em campo aos 14 dias, das sementes de crambe submetidas à secagem em diferentes temperaturas. Os efeitos dos tratamentos indicados pela mesma letra não diferem entre si (Tukey, 1% de significância) (cv%: 5,46).

Figure 5. Emergency Speed Index (IVE) seedling field at 14 days of crambe seeds submitted to drying at different temperatures. Effects of the treatments indicated by the same letter do not differ from each other (Tukey, 1% significance level) (cv%: 5.46).

($p < 0,05$) valor do percentual de emergência foi observado para as sementes que foram secas nas temperaturas de 45 e 60 °C e que obtiveram uma maior emergência em campo, enquanto as demais temperaturas resultaram em menores valores.

É importante ressaltar que, em ambos os testes, porcentagem de germinação e de emergência em campo, houve o mesmo comportamento para as sementes de crambe submetidas à secagem em diferentes temperaturas, considerando que a resposta da secagem contribuiu para germinação e emergência semelhantes. De acordo com Marcos Filho (1999), o teste de emergência de plântulas constitui um parâmetro indicador da eficiência dos testes para avaliação do potencial fisiológico de lotes de sementes.

Nota-se que os maiores IVE das plântulas foram obtidos nas temperaturas de secagem de 45 e 60 °C ($p < 0,05$), embora esses tratamentos não tenham diferido dos demais. A secagem em altas temperaturas, as barreiras físicas e o clima podem

minimizar o IVE. Esse fato é particularmente importante quando se consideram as condições adversas de clima e de solo durante a emergência das plântulas em campo. Neste trabalho, a emergência de plântulas semeadas com sementes secas em temperatura elevadas, não diferiu das plântulas emergidas que foram semeadas com sementes secas em temperaturas mais amenas. Atribui-se esse fato à rusticidade que a cultura apresenta, diferindo da grande maioria das plantas cultivadas com finalidade agrícola.

Os resultados da condutividade elétrica dos frutos de crambe em função das temperaturas de secagem estão apresentados na Figura 6.

Houve diferença ($p < 0,01$) nos valores da condutividade elétrica dos frutos de crambe submetidos à secagem a 45 e 75 °C. Durante a secagem, provavelmente pode ter ocorrido liberação de solutos nas altas temperaturas, ocasionando redução na condutividade elétrica. Isso pode explicar a baixa lixiviação de íons na solução de embebição das sementes que foram secas nas temperaturas elevadas. Esperava-se que a liberação de íons na solução com os frutos de crambe secos em temperaturas mais altas fosse maior por causa da elevada velocidade de remoção da água pela secagem, o que não ocorreu neste trabalho, cuja condutividade elétrica dos frutos secos em temperaturas de 35 °C foi semelhante à dos frutos que foram secos em temperatura de 90 °C.

Os valores médios do teste de condutividade elétrica foram de 0,57, 0,61, 0,57, 0,51 e 0,54 Ms.cm⁻¹.g⁻¹, respectivamente, para as temperaturas de 35, 45, 60, 75 e 90 °C. Os maiores valores da condutividade elétrica correspondem à maior lixiviação de solutos e, portanto, à diminuição na qualidade fisiológica das sementes, segundo Marcos Filho et al. (1990). De acordo com Oliveira et al. (2009), com o IVG, pode-se estimar o vigor das sementes, comparando diferentes tratamentos na avaliação, associando aos outros testes de vigor.

Por sua vez, Santos & Paula (2005) consideraram o teste de condutividade elétrica promissor para diferenciar lotes de sementes de *Sebastiania commersoniana* (branquilha). Silva et al. (2007) observaram que a menor incidência de

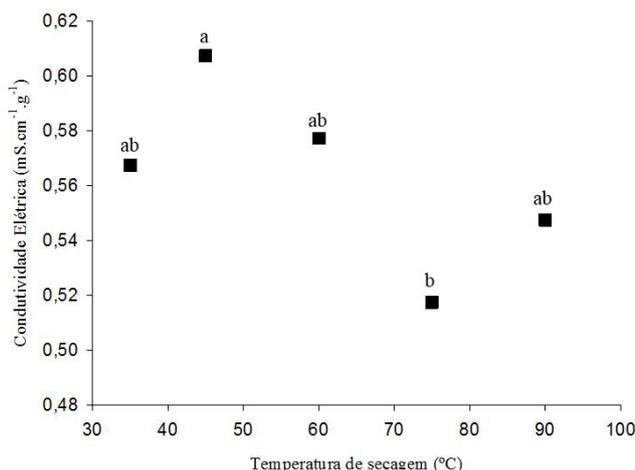


Figura 6. Condutividade elétrica dos frutos de crambe para diferentes temperaturas de secagem.

Figure 6. Electrical Conductivity of crambe fruit to different drying temperatures.

danos condicionou menores valores de condutividade elétrica na secagem de soja.

Em geral, os testes utilizados para avaliação da qualidade fisiológica das sementes de crambe após a secagem confirmaram que, devido ao comportamento heterogêneo da espécie, a variedade FMS Brilhante ainda é uma planta “selvagem”, tornando-se relevante o melhoramento genético dessa espécie.

4 Conclusões

O tempo de secagem dos frutos de *Crambe abyssinica* foi reduzido com o aumento da temperatura, e a qualidade fisiológica das sementes do crambe foi influenciada negativamente. A secagem do crambe na temperatura de 45 °C conserva melhor a qualidade fisiológica das sementes.

Referências

- ALMEIDA, D. P.; RESENDE, O.; COSTA, L. M.; MENDES, U. C. Higroscopicidade das sementes de feijão adzuki. *Revista de Ciências Agrárias*, v. 41, n. 2, p. 130-137, 2013.
- BERJAK, P.; PAMMENTER, N. What ultrastructure has told us about recalcitrant seeds. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, v. 12, p. 22-55, 2000.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de defesa Agropecuária. *Regras para análise de sementes*. Brasília, 2009. 395 p.
- BRUCKNER, C. H.; PICANÇO, M. C. *Maracujá: tecnologia de produção, pós-colheita, agroindústria, mercado*. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2001. 472 p.
- CORRÊA, P. C.; RESENDE, O.; MARTINAZO, A. P.; GONELI, A. L. D.; BOTELHO, F. M. Modelagem matemática para a descrição do processo de secagem do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) em camadas delgadas. *Engenharia Agrícola*, v. 27, n. 2, p. 501-510, 2007.
- COSTA, L. M.; RESENDE, O.; GONÇALVES, D. N.; RODRIGUES, E.; SOUSA, K. A.; SALES, J. F.; DONADON, J. R. The influence of drying on the physiological quality of crambe fruits. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v. 34, n. 2, p. 213-218, 2012a.
- COSTA, L. M.; RESENE, O.; GONÇALVES, D. N.; SOUSA, K. A. Qualidade dos frutos de crambe durante o armazenamento. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 34, n. 2, p. 239-301, 2012b.
- ELIAS, M. C. *Armazenamento e conservação de grãos em médias e pequenas escalas*. Pelotas: Pólo de Inovação Tecnológica em Alimentos da Região Sul; UFPEL-FAEM-DCTA, 2002. 218 p.
- FARIA, R. Q.; TEIXEIRA, I. R.; DEVILLA, I. A.; ASCHERI, D. P. R.; RESENDE, O. Cinética de secagem de sementes de crambe. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 16, n. 5, p. 573-583, 2012.
- JASPER, S. P.; BIAGGIONI, M. A. M.; SILVA, P. R. A. Caracterização físico-química do óleo e do biodiesel de crambe abyssinica hochst. *Nucleus*, v. 10, n. 2, p. 183-190, 2013.
- LI, X.; AHLMAN, A.; LINDGREN, H.; ZHU, L. H. Highly efficient in vitro regeneration of the industrial oilseed crop *Crambe abyssinica*. *Industrial Crops and Products*, v. 33, p. 170-175, 2011.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962.

MARCOS FILHO, J.; SILVA, W. R.; NOVEMBRE, A. D. C.; CHAMMA, H. M. C. P. Estudo comparativo de métodos para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja, com ênfase ao teste de condutividade elétrica. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 25, n. 12, p. 1805-1815, 1990.

MARCOS FILHO, J. *Testes de vigor: importância e utilização*. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: ABRATES, 1999. p. 1-21.

MELLO, F. O. T.; PAULILLO, F. L.; VIAN, C. E. F. O biodiesel no Brasil: panorama, perspectivas e desafios. *Informações Econômicas*, v. 37, n. 1, p. 28-40, 2007.

OLIVEIRA, M. T.; BERBET, P. A.; PEREIRA, R. C.; VIEIRA, H. D.; THIÉBAUT, J. T. L.; CARLESSO, V. O. Qualidade fisiológica e potencial de armazenamento de sementes de carambola. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 31, n. 2, p. 236-244, 2009.

RESENDE, O.; ALMEIDA, D. P.; COSTA, L. M.; MENDES, U. C.; SALES, J. F. Adzuki beans (*Vigna angularis*) seed quality under several drying conditions. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 32, n. 1, p. 151-155, 2012.

RESENDE, O.; CORRÊA, P. C.; JAREN, C.; MOURE, A. J. Bean moisture diffusivity and drying kinetics: a comparison of the liquid diffusion model when taking into account and neglecting grain shrinkage. *Spanish Journal of Agricultural Research*, v. 5, n. 1, p. 51-58, 2007.

SANTOS, S. R. G.; PAULA, R. C. Teste de condutividade elétrica para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Sebastiania commersoniana* (Bail) Smith & Dows – Euphorbiaceae. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 27, n. 2, p. 136-145, 2005.

SILVA, J. B.; VIEIRA, R. D. Avaliação do potencial fisiológico de sementes de beterraba. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 28, n. 2, p. 128-134, 2006.

SILVA, P. A.; DINIZ, K. A.; OLIVEIRA, J. A.; PINHO, E. V. R. V. Análise fisiológica e ultraestrutural durante o desenvolvimento e a secagem de sementes de soja. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 29, n. 2, p. 15-22, 2007.

SOUSA, K. A.; RESENDE, O.; CHAVES, T. H.; COSTA, L. M. Cinética de secagem do nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.). *Revista Ciência Agronômica*, v. 42, n. 4, p. 883-892, 2011.

ULLMANN, R.; RESENDE, O.; SALES, J. F.; CHAVES, T. H. Qualidade das sementes de pinhão manso submetidas à secagem em diferentes condições de ar. *Revista Ciência Agronômica*, v. 41, n. 3, p. 442-447, 2010.

VIEIRA, R. D.; KRZYZANOWSKI, F. C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: ABRATES, 1999. Cap. 4, p. 1-26.

WAZILEWSKI, W. T.; BARICCATTI, R. A.; MARTINS, G. I.; SECCO, D.; SOUZA, S. N. M.; ROSA, H. A.; CHAVES, L. I. Study of the methyl crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) and soybean biodiesel oxidative stability. *Industrial Crops and Products*, v. 43, p. 207-212, 2013.

Contribuição dos autores: Lílian Moreira Costa executou o experimento, interpretou resultados, realizou a escrita científica e revisão bibliográfica; Osvaldo Resende orientou na execução do experimento e contribuiu com a interpretação de resultados, revisão gramatical na escrita científica; Douglas Nascimento Gonçalves auxiliou na execução do experimento e contribuiu com a revisão bibliográfica; Kelly Aparecida de Sousa auxiliou na execução do experimento e na interpretação de resultados.

Agradecimentos: Ao IF Goiano, CAPES, FAPEG, FINEP e CNPq pelo apoio financeiro indispensável para execução deste trabalho.

Fonte de financiamento: Não houve fonte de financiamento.

Conflito de interesse: Os autores declaram não haver conflito de interesse.