

TESTE DE ENVELHECIMENTO ACELERADO PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE CRAMBE (*Crambe abyssinica* HOCHST - Brassicaceae)

Elias Terra Werner¹, Diego Gomes Junior¹, Jaqueline Luber¹, José Carlos Lopes¹

¹Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias, Alto Universitário s/nº, Alegre-ES, CEP: 29.500-000, Caixa Postal 16, elias_werner@ig.com.br, diegogomesj@gmail.com, jaqueline.luber@hotmail.com, jclopes@cca.ufes.br.

Resumo - O presente trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência do teste de envelhecimento acelerado, para determinação do potencial fisiológico de sementes de *Crambe abyssinica* Hochst. Foram feitas as seguintes avaliações e/ou determinações: teor de água, germinação, índice de velocidade de germinação (IVG) e teste de envelhecimento acelerado nas temperaturas de 41, 43 e 45°C por períodos de 24, 48, 72 e 96 horas. O experimento foi conduzido em um esquema fatorial 3x5 (temperatura x tempo de exposição), em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições por tratamento, sendo a parcela constituída por 25 sementes. O teor de água das sementes não foi eficiente para diferenciar a qualidade fisiológica das sementes de *Crambe abyssinica*. O teste de envelhecimento acelerado mostrou-se eficiente para avaliar o vigor de sementes de crambe. A condução do envelhecimento acelerado pelo método tradicional (100% UR) a 41 ou 43°C por 72 horas possibilitou a identificação de lotes com diferentes níveis de vigor.

Palavras-chave: *Crambe abyssinica*, envelhecimento acelerado, vigor.

Área do Conhecimento: Ciências Agrárias.

Introdução

O crambe (*Crambe abyssinica*) é pertencente à família Brassicaceae e originária do Mar Mediterrâneo, sendo extensamente plantada no México e Estados Unidos. Trata-se de uma espécie antes, basicamente, destinada a produção de forragem (30 a 32% de proteína bruta), que tem sido bastante cultivada, visando à extração de óleo vegetal (NEVES et al., 2010).

Com os atuais incentivos à busca de fontes de energias renováveis, a cultura de *C. abyssinica* vem ganhando papel de destaque na produção de biodiesel por suas diversas vantagens, como, rápido ciclo de vida (colhida em torno de 90 dias), alta produção de biomassa, alta produtividade de sementes (1000 e 1500 kg/ha), baixo custo de produção e um percentual de óleo total na semente que fica entre 26 e 38%, superando, por exemplo, a soja, nesta última característica (PAULOSE et al., 2010). Além de ser utilizada na produção de biodiesel, pode ser viável na fitorremediação, sendo eficiente na descontaminação de arsênio, cromo e outros metais pesados (ARTUS, 2006), sendo também útil na indústria de plástico e lubrificante, devido ao alto percentual de ácido erúico (50 a 60%) (PITOL, 2008). Jasper et al. (2010) demonstraram que a cultura do crambe apresenta menor custo de produção que outras fontes oleaginosas, como, canola, girassol e soja.

Existe uma grande preocupação por parte de pesquisadores e analistas de sementes em conduzir estudos que forneçam informações sobre a qualidade das sementes, especialmente no que diz respeito à padronização, agilização e estabelecimento de métodos de análises mais eficientes (BRASIL, 2009). Alguns trabalhos foram desenvolvidos com sementes de *Crambe abyssinica* (MARTINS et al., 2011; RUAS et al., 2010; COSTA et al., 2010; OLIVA, 2010; MASETTO et al., 2009; PANNO; PRIOR, 2009), contudo nenhum caracterizando um teste de vigor para avaliação eficiente do potencial fisiológico das sementes desta espécie.

A avaliação do potencial fisiológico de sementes constitui um componente fundamental nos programas de controle de qualidade das empresas produtoras ou para caracterizar as sementes destinadas à comercialização (ÁVILA et al, 2006). Dentre os testes utilizados para esta avaliação, destaca-se o de envelhecimento acelerado, precoce ou artificial, que tem como objetivo básico identificar possíveis diferenças na resistência de lotes que apresentem poder germinativo semelhante (TORRES; MARCOS FILHO, 2001). Segundo estes autores, o teste pode ser considerado como um dos mais sensíveis para a avaliação do vigor, dentre os disponíveis na atualidade.

O teste de envelhecimento acelerado se baseia no fato de que a taxa de deterioração das

sementes é aumentada consideravelmente através de sua exposição a níveis muito adversos de temperatura e umidade relativa, considerados os fatores ambientais mais relacionados à deterioração (MARCOS FILHO, 1994), avaliando dessa forma tanto com o potencial relativo de armazenamento dos lotes de sementes quanto a emergência das plântulas em campos de produção agrícola (TEKRONY, 1995).

Embora esse teste venha sendo amplamente estudado visando sua padronização para muitas espécies, as informações são escassas para as sementes de crambe quando comparadas às das grandes culturas. Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência do teste de envelhecimento acelerado, para determinação do potencial fisiológico de sementes de *Crambe abyssinica* Hochst.

Metodologia

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Sementes do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, localizado em Alegre-ES, utilizando-se sementes de *Crambe abyssinica* Hochst da safra de 2010, obtidas junto à Fundação MS, localizada em Maracujá-MS. As sementes estavam armazenadas em sacos de papel permeável em geladeira. Foram feitas as seguintes avaliações e/ou determinações no período de maio a junho de 2011:

Teor de água - realizado inicialmente e após a cada temperatura/período de envelhecimento acelerado, pelo método de estufa $105 \pm 3^\circ\text{C}$, por 24 horas, utilizando-se duas amostras de 30 sementes, de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Os resultados foram expressos em porcentagem.

Germinação - foi conduzido com quatro repetições de 25 sementes/período/temperatura para o lote testado, distribuídas em placas de Petri forradas com duas folhas de papel germitest umedecidas com quantidade de água destilada equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato seco, sendo posteriormente mantidas em câmaras de germinação tipo BOD com temperatura regulada em $25 \pm 2^\circ\text{C}$, equipada com lâmpada fluorescente de luz branca e fria, com fotoperíodo de 8-16h (luz-escuro). As avaliações foram feitas diariamente e no final o resultado de germinação foi expresso em porcentagem média de plântulas normais para cada temperatura/tempo de exposição.

Índice de velocidade de germinação (IVG) - foi conduzido concomitante com o teste de germinação, computando-se diariamente o número de sementes que apresentou protrusão da raiz primária com comprimento ≥ 2 mm, sempre no mesmo horário durante o teste. Calculou-se o

índice de velocidade de germinação pelo somatório do número de sementes germinadas a cada dia, dividido pelo número de dias decorridos entre a semeadura e a germinação, de acordo com a fórmula de Maguire (1962):

$$IVG = \frac{G_1}{n_1} + \frac{G_2}{n_2} + \dots + \frac{G_i}{n_i}, \text{ onde:}$$

IVG = índice de velocidade de germinação de plântulas;

G = número de sementes germinadas a cada dia;

N = número de dias transcorridos da semeadura à última contagem.

Teste de envelhecimento acelerado - esse teste foi conduzido pelo método do gerbox, ajustado para formar uma câmara úmida (100% de umidade), adaptando a metodologia proposta por Marcos Filho (1999). Foram utilizadas caixas de plástico tipo gerbox com 11 x 11 x 3 cm, adaptadas como minicâmaras, adicionados ao seu interior 40 mL de água destilada, tampadas, colocadas no seu interior telas de arame suspensas e ajustadas, onde foram colocadas uniformemente 130 sementes por tratamento. Posteriormente as caixas foram mantidas em BOD's reguladas nas temperaturas de 41, 43 e 45 °C por períodos de 24, 48, 72 e 96 horas. Após esses períodos, as sementes foram submetidas ao teste de germinação, conforme descrito anteriormente. Os experimento foi avaliado pela porcentagem de germinação e índice de velocidade de germinação (IVG) (MAGUIRE, 1962).

Delineamento experimental e análise estatística – O experimento foi conduzido em um esquema fatorial 3x5 (temperatura x tempo de exposição), em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições por tratamento, sendo a parcela constituída por 25 sementes. Os dados em porcentagens foram transformados em arco-seno $\sqrt{x/100}$ e os dados de índice de velocidade de germinação em $\sqrt{x + 0,5}$, porém nas tabelas estão apresentados os dados originais. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Foi realizada a análise de regressão polinomial, para germinação e IVG, em função da temperatura e do tempo de exposição, sendo os modelos escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão e coeficiente de determinação (R^2), adotando-se os níveis de 1 e 5% de probabilidade utilizando-se o teste F, levando-se também em consideração o fenômeno biológico em estudo. Para a execução das análises estatísticas foi utilizado o programa estatístico Assistat (SILVA; AZEVEDO, 2009) e Sigma Plot 10.0 (2006).

Resultados

Os resultados do teor de água das sementes de crambe, antes (inicial-T0) e após os vários períodos de envelhecimento acelerado a 41, 43 e 45°C, são apresentados na Tabela 1. Os teores de água, anteriores ao período de envelhecimento das sementes foi de 7,17%.

Não houve interação significativa entre os fatores testados (temperatura e tempo de envelhecimento). O teor de água das sementes testadas, de forma geral, aumentou até certo período de envelhecimento, decaindo após este nas três temperaturas testadas. As sementes apresentaram aumento no teor de água até 48 horas (h), com valor médio de 32,03%, decaindo após este período, comportamento este observado pelas médias dos períodos de envelhecimento (Tabela 1).

Em relação à temperatura, observa-se que os valores do teor de água das sementes são maiores a 41°C (25,92%) e a 45°C (26,94%) e que, menores valores são encontrados a 43°C (21,98%). Isto parece indicar que há, por parte das sementes submetidas a 41 e 45°C um maior aproveitamento da água absorvida no metabolismo da semente, sendo que, a 43°C houve absorção de água mais lentamente e em menor proporção.

TABELA 1. Teor de água (%) de sementes de *Crambe abyssinica* (2010), antes (inicial – T0) e após o teste de envelhecimento acelerado a 41, 43 e 45 °C por 24, 48, 72 e 96 horas.

	Inicial (T0)	24	48	72	96	Médias
41°C	7,17	26,07	33,28	30,87	32,20	25,92 a
43°C	7,17	21,88	27,76	27,06	26,04	21,98 b
45°C	7,17	28,91	35,06	33,38	30,20	26,94 a
Médias	7,17 C	25,62 B	32,03 A	30,44 AB	29,48 AB	

CV (%) = 12,89

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

As diferenças na qualidade inicial das sementes de crambe testadas podem ser observadas pelos resultados de germinação (%) (Tabela 2 e Figura 1) e pelo índice de velocidade de germinação (IVG) (Tabela 3 e Figura 2).

Na Tabela 2 e 3, estão representados, respectivamente, os dados de germinação e de IVG das sementes, referentes à exposição ao envelhecimento acelerado em horas e as diferentes temperaturas em graus Celsius.

Observa-se que, tanto para porcentagem de germinação quanto para IVG, nas temperaturas de 41 e 43°C não houve perdas significativas destes valores dentro dos tempos de exposição de zero a 48 h, sendo que a partir de 72 horas de exposição de envelhecimento acelerado a germinação e o IVG foram reduzindo gradativamente. Já para a temperatura de 45°C, os valores analisados

reduziram significativamente a partir de 48 h, atingindo 0% após 96 h de exposição.

Os valores de porcentagem de germinação e IVG das temperaturas de 41 e 43°C, também, só diferiram significativamente entre si no período de exposição ao envelhecimento de 96 h, sendo o maior valor encontrado na temperatura de 43°C no tempo de exposição de 24 h. Contudo, comparando-se os valores médios, a temperatura de 41°C apresentou-se maior e diferente estatisticamente das demais temperaturas testadas. Em todos os períodos de envelhecimento avaliado a temperatura de 45°C foi inferior estatisticamente às demais testadas.

TABELA 2. Germinação (%) de sementes de *Crambe abyssinica* (2010), antes (inicial – T0) e após o teste de envelhecimento acelerado a 41, 43 e 45 °C por 24, 48, 72 e 96 horas.

	Inicial (T0)	24	48	72	96	Médias
41°C	92 aA	95 aA	81 abA	60 aB	40 aB	73,60 a
43°C	92 aA	97 aA	88 aA	52 aB	5 bC	66,80 b
45°C	92 aA	81 bAB	69 bB	10 bC	0 bD	50,40 c
Médias	92,00 A	91,00 A	79,33 B	40,66 C	15,00 D	

CV (%) = 13,00

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

TABELA 3. Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *Crambe abyssinica* (2010), antes (inicial – T0) e após o teste de envelhecimento acelerado a 41, 43 e 45 °C por 24, 48, 72 e 96 horas.

	Inicial (T0)	24	48	72	96	Médias
41°C	6,59 aA	7,21 aA	6,38 aA	3,47 aB	2,15 aB	5,16 a
43°C	6,59 aA	7,27 aA	6,43 aA	3,20 aB	0,25 bC	4,75 b
45°C	6,59 aA	5,63 bA	3,45 bB	0,49 bC	0,00 bC	3,23 c
Médias	6,59 A	6,70 A	5,42 B	2,38 C	0,80 D	

CV (%) = 8,88

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

O comportamento da germinação e do IVG das sementes de crambe testadas, em função dos períodos de exposição ao envelhecimento acelerado, encontra-se ilustrado na Figura 1 e 2, respectivamente. A análise de regressão dos dados permitiu o ajuste de equação linear para todas as temperaturas. Observando-se as figuras, fica claro que a temperatura de 43°C inicialmente estimulou a germinação e o IVG, sendo que estes parâmetros decaíram após 24 h. Nas figuras apresentadas observa-se um decaimento progressivo da porcentagem de germinação e do IVG, para as temperaturas testadas em relação ao tempo de exposição.

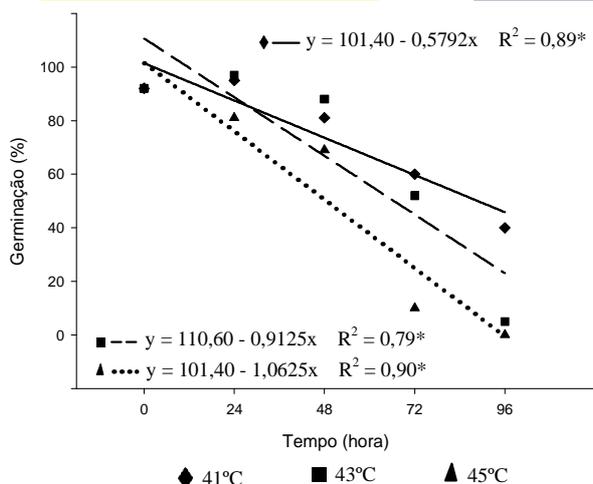


FIGURA 1. Regressão polinomial dos valores médios da taxa de germinação de sementes *Crambe abyssinica* submetidas ao envelhecimento acelerado. (* - $P \leq 5\%$; ** - $P \leq 1\%$).

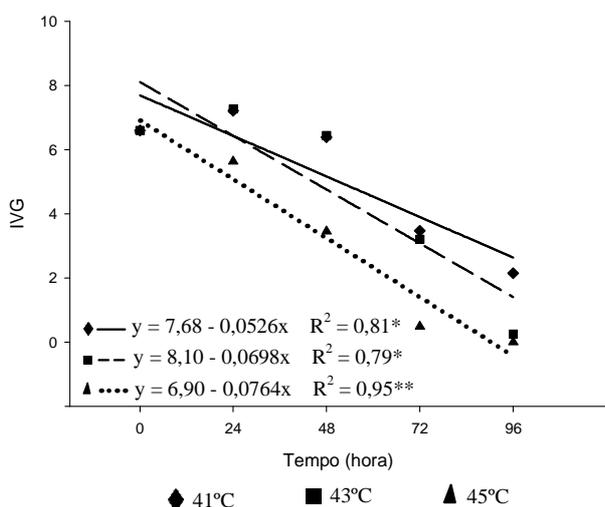


FIGURA 2. Regressão polinomial dos valores médios do Índice de Velocidade de Germinação (IVG) de sementes de *Crambe abyssinica* submetidas ao envelhecimento acelerado. (* - $P \leq 5\%$; ** - $P \leq 1\%$).

Discussão

Resultado semelhante ao teor de água, anteriores ao período de envelhecimento, foi descrito por Masetto et al. (2009), em que os valores médios referentes ao teor de água das sementes de crambe após o beneficiamento encontraram-se entre 6,5% e 9,4%. Delouche e Potts (1974) ressaltam que após a colheita, a umidade de sementes oleaginosas deve ser reduzida para 11% ou menos, pelo fato de que as sementes com alto teor de umidade perdem rapidamente a viabilidade e o vigor. Os teores de água inicial observados neste estudo sugerem que esse parâmetro se encontrava na faixa indicada

para realização do teste de envelhecimento acelerado. Diferenças de 1 a 2% no teor de água entre amostras não são comprometedoras (MARCOS FILHO, 1999).

Santos e Paula (2007), observaram variação semelhante no teor de água de diferentes lotes de sementes de *Sebastiania commersoniana* (Branquilha-Euphorbiaceae) submetidas ao teste de envelhecimento acelerado. Esta variação pode estar relacionada ao teor de água inicial das sementes. Freitas e Nascimento (2006) observaram em sementes de lentilha envelhecidas pelo método tradicional acréscimos no grau de umidade à medida que os períodos de envelhecimento aumentaram, mostrando, também, que sementes mais secas por apresentarem baixo potencial mátrico absorvem água rapidamente quando colocadas em atmosfera úmida (BEWLEY; BLACK, 1994).

Alguns autores comentaram que existe relação entre o teor de água inicial das sementes e a qualidade fisiológica (ROSSETO et al., 1997; EIRA et al., 1993), e que sementes com teores iniciais de água menores apresentam melhor qualidade fisiológica (ROSSETO et al., 1995), como observado no lote de sementes de crambe testados.

O ritmo do processo de absorção de água por parte das sementes, durante o envelhecimento, depende do lote e da temperatura na câmara de envelhecimento (SANTOS; PAULA, 2007). Os menores teores de água observados nas sementes submetidas a 43°C podem ser atribuídos a maiores danos às sementes nesta temperatura do que a 41 e 45°C. Esses danos podem se manifestar em diferentes níveis, como alterações degenerativas no metabolismo das sementes, ocasionadas, por exemplo, pela desnaturação de proteínas, redução nos teores de carboidratos totais, carboidratos solúveis e de proteínas, aumento nos teores de açúcares redutores e de ácidos graxos livres, desestabilização da atividade de enzimas e da síntese de RNA e de proteínas (BASAJAVARAJAPPA et al., 1991; VÁZQUEZ et al., 1991).

Essas alterações, em geral, podem ser desencadeadas pela desestruturação e perda da integridade do sistema de membranas celulares causadas, principalmente, pela peroxidação de lipídios (MARCOS FILHO, 1999). Portanto, a avaliação do teor de água nas sementes de diferentes lotes de crambe sob teste de envelhecimento acelerado não é um parâmetro adequado para distinguir quanto a qualidade fisiológica.

Com relação a porcentagem de germinação e ao IVG, resultados semelhantes foram relatados por Maia et al. (2007) em sementes de trigo

envelhecidas artificialmente nas mesmas temperaturas e tempos empregados no presente estudo.

Com o aumento do período de exposição ao envelhecimento acelerado ocorreu a diminuição do poder germinativo das sementes, após 24 horas, em todas as temperaturas testadas.

Portanto o teste de envelhecimento acelerado mostrou influenciar, de forma semelhante, na porcentagem de germinação e IVG. Demonstrando maior sensibilidade quando exposto durante 72 h à 41 ou 43°C, sendo promissor para uma estratificação da qualidade fisiológica das sementes de crambe de lotes com germinação semelhante. Resultado semelhante também foi obtido para sementes de mostarda em que com 96 horas de envelhecimento houve declínio na germinação e no vigor das plântulas, permitindo a distinção entre lotes (BEDI et al., 2006).

Conclusão

O teor de água das sementes não é eficiente para diferenciar a qualidade fisiológica das sementes de *Crambe abyssinica*.

O teste de envelhecimento acelerado mostrou-se eficiente para avaliar o vigor de sementes de crambe, podendo se constituir em uma alternativa promissora para a avaliação da qualidade fisiológica de sementes apresentando porcentagens de germinação semelhantes.

A condução do envelhecimento acelerado pelo método tradicional (100% UR) a 41 ou 43°C por 72 horas possibilitou a identificação de lotes com diferentes níveis de vigor.

Agradecimentos

À Fundação MS pela doação do material vegetal e à CAPES pela concessão de bolsa.

Referências

- ARTUS, N. N. Arsenic and cadmium phytoextraction potential of crambe compared with Indian mustard. **Journal of Plant Nutrition**, v. 29, p. 667-679, 2006.
- ÁVILA, P. V.; VILLELA, F. A.; ÁVILA, M. S. V. Teste de envelhecimento acelerado para avaliação do potencial fisiológico de sementes de rabanete. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 28, n. 3, p. 52-58, 2006.
- BASAJAVARAJAPPA, B. S.; SHETY, H. S.; PRAKASH, H. S. Membrane deterioration and other biochemical changes, associated with accelerated aging of maize seeds. **Seed Science and Technology**, v. 2, n. 2, p. 279-286, 1991.

- BEDI, S.; KAUR, R.; SITAL, J. S.; KAUR, J. Artificial ageing of Brassica seeds of different maturity levels. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 34, n. 2, p. 287-296, 2006.

- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. 2. ed. New York: Plenum Press, 1994. 445p.

- BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: SMDA/DNDV/CLAV, 2009. 398 p.

- COSTA, F. P.; MARTINS, L. D.; LOPES, J. C. Frequência de germinação de sementes de crambe (*Crambe abyssinica* Hochst.) sob influência de tratamentos pré-germinativos e de temperaturas. **Nucleus**, v. 7, n. 2, p. 185-194, 2010.

- DELOUCHE, J. C.; POTTS, H. C. **Programa de sementes: planejamento e implementação**. 2. ed. Brasília-DF, AGIPLAN, 1974. 124 p.

- EIRA, M. T. S.; FREITAS, R. W. A.; MELLO, M. C. Superação da dormência de sementes de *Enterolobium contortosiliquum* (Vell.) Morong-Legumisae. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília: ABRATES, v. 15, n. 2, p. 177-181, 1993.

- FREITAS, R. A.; NASCIMENTO, W. N. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de lentilha. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 3, p. 59-63, 2006.

- JASPER, S. P.; BIAGGIONI, M. A. M.; SILVA, P. R. A. Comparação do custo de produção do crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) com outras culturas oleaginosas em sistema de plantio direto. **Revista Energia na Agricultura**, Botucatu, vol. 25, n. 4, p. 141-153, 2010.

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

- MAIA, A. R.; LOPES, J. C.; TEIXEIRA, C. de O. Efeito do envelhecimento acelerado na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de trigo. **Ciência agrotecnica**, Lavras, v. 31, n. 3, p. 678-684, 2007.

- MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, p. 1-24, 1999.

- MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. (eds.). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 164p.

- MARTINS, L. D.; COSTA, F. P.; LOPES, J. C. Light influence on seed germination of crambe (*Crambe abyssinica* Hochst.). **Nucleus**, v. 8, n. 1, p. 405-412, 2011.

- MASETTO, T. E.; QUADROS, J. B.; MOREIRA, F. H.; RIBEIRO, D. M.; BENITES JUNIOR, I.; REZENDE, R. K. S. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de crambe produzidas no estado de mato grosso do sul. **Revista brasileira de oleaginosas e fibrosas**, Campina Grande, v. 13, n. 3, p. 107-113, 2009.

- NEVES, M. B. das; TRZECIAK, M. B.; VINHOLES, P. da S.; TILLMANN, C. A. da C.; VILLELA, F. A. **Qualidade fisiológica de sementes de crambe produzidas em Mato grosso do sul**. Disponível em: <http://www.cpact.embrapa.br/publicacoes/download/livro/Agroenergia_2007/Agroener/trabalhos/Outras%20culturas_11_OK/Neves_1.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2010.

- OLIVA, A. C. E. de. **Qualidade de sementes de crambe submetidas a métodos de secagem e períodos de armazenamento**. Botucatu: UNESP, 2010. 78p. (Dissertação Mestrado).

- 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.

- PAULOSE, B.; KANDASAMY, S.; DHANKHER, O. P. Expression profiling of *Crambe abyssinica* under arsenate stress identifies genes and gene networks involved in arsenic metabolism and detoxification. **BMC Plant Biology**, v. 10, n. 108, p. 1-12, 2010.

- PITOL, C. Cultura do crambe. **Tecnologia e produção: milho safrinha e culturas de inverno 2008**. Fundação MS, 2008.

- ROSSETO, C. A. V.; FERNANDEZ, E. M.; MARCOS FILHO, J. Metodologia de ajuste do grau de umidade e comportamentos das sementes de soja no teste de germinação. **Scientia Agrícola**, v. 54, n. 1/2, p. 106-115, 1997.

- ROSSETO, C. A. V.; FERNANDEZ, E. M.; MARCOS FILHO, J. Metodologia de ajuste do grau de umidade e comportamento das sementes

de soja no teste de germinação. **Revista Brasileira de Sementes**, ABRATES, Brasília, v. 17, n. 2, p. 171-178, 1995.

- RUAS, R. A. A.; NASCIMENTO, G. B. do; BERGAMO, E. P.; DAUR JÚNIOR, R. H.; ARRUDA, R. G. Embebição e germinação de sementes de crambe (*Crambe abyssinica*). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 40, n. 1, p. 61-65, 2010.

- SANTOS, S. R. G. dos; PAULA, R. C. de. Teste de envelhecimento acelerado para avaliação do vigor de lotes de sementes de *Sebastiania commersoniana* (Baill.) Smith & Downs (Branquilha) – Euphorbiaceae. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 19, n. 1, p. 1-12, 2007.

- SIGMAPLOT: EXACT GRAPHS AND DATA ANALYSIS. Version 10.0. **Systat Software**, Alemanha, URL: <http://www.sigmaplot.com/index.php>, 2006.

- SILVA, F. de A. S. E.; AZEVEDO, C. A. V. de. Principal Components Analysis in the Software Assisat-Statistical Attendance. In: **WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE**, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

- TEKRONY, D. M. Accelerated ageing. In: VENTER, H. A. **Seed Vigour Testing Seminar**, Copenhagen, Denmark, p. 53-73, 1995.

- TORRES, S. B.; MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de maxixe (*Cucumis anguria* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 23, n. 2, p. 108-112, 2001.

- VÁZQUEZ, E.; MONTIEL, F.; VÁZQUEZ-RAMOS, J. M. DNA ligase activity in deteriorated maize axes during germination: a model relating defects in DNA metabolism in seeds to loss of germinability. **Seed Science Research**, Wallingford, v. 1, n. 2, p. 269-273, 1991.