

Potencial fisiológico de sementes de crambe em função de embalagens e armazenamento¹

Rafael Brito Cardoso², Flávio Ferreira da Silva Binotti², Eliana Duarte Cardoso²

ABSTRACT

Physiologic potential of crambe seeds according to packaging and storage

Crambe is a leguminous plant with high potential for biodiesel production, due to its high grain oil content. Small farmers have great concern, regarding the maintenance of the seed physiologic quality for longer periods of time. This study aimed at evaluating the physiologic potential of crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) seeds, FMS Brillhante cultivar, according to different kinds of packaging and storage. The study was carried out in the Seed Analysis Laboratory of the Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, in Cassilândia, Mato Grosso do Sul State, Brazil, between 2010 and 2011. The experimental design was completely randomized, in a 4x4 factorial scheme, combining kinds of packaging (control, metal, plastic bottle and polystyrene box) and storage times (zero, three, six and nine months), with four replications. The metallic packaging provided a better preservation of the physiologic quality of crambe seeds, while, for the increase of storage time, a negative effect was observed.

KEY-WORDS: *Crambe abyssinica* Hochst; germination; biofuel.

RESUMO

O crambe é uma leguminosa com alto potencial para produção de biodiesel, devido ao seu elevado teor de óleo nos grãos. Existe grande preocupação, quanto à manutenção da qualidade fisiológica da semente por tempo mais prolongado, por pequenos agricultores. Este trabalho objetivou avaliar o potencial fisiológico de sementes de crambe (*Crambe abyssinica* Hochst), cultivar FMS Brillhante, em função de diferentes tipos de embalagem e armazenamento. O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Análise de Sementes da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, em Cassilândia (MS), entre 2010 e 2011. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4x4, sendo constituído pela combinação de tipos de embalagem (testemunha, metálica, garrafa plástica tipo PET e caixa de isopor) e tempos de armazenamento (zero, três, seis e nove meses), com quatro repetições. A embalagem metálica proporcionou melhor preservação da qualidade fisiológica de sementes de crambe, enquanto, para o aumento do tempo de armazenamento, este efeito foi negativo.

PALAVRAS-CHAVE: *Crambe abyssinica* Hochst; germinação; biodiesel.

INTRODUÇÃO

O crambe (*Crambe abssynica* Hoehchst) é originário do Mediterrâneo e, sendo uma cultura tolerante à seca, nas condições do Brasil, comporta-se como cultura de outono/inverno, com ciclo relativamente curto (média de 90 dias). Com o estímulo à produção e uso de biodiesel, o crambe voltou a ser estudado, sendo que o teor de óleo nas sementes, em boas condições de cultivo, chega a 38%. Vários testes comprovam a boa qualidade do óleo para a produção de biodiesel (Pitol 2008). Contudo, trabalhos relacionados à qualidade fisiológica das sementes e capacidade produtiva desta espécie ainda são bastante escassos e, portanto, as dúvidas são muito frequentes.

O potencial fisiológico está relacionado com a capacidade de a semente desempenhar suas funções vitais, caracterizando-se pela longevidade, germinação e vigor. A redução na qualidade, geralmente, é traduzida pelo decréscimo na percentagem de germinação, aumento de plântulas anormais e redução no vigor das plântulas (Toledo et al. 2009). As sementes apresentam maior percentagem de germinação e vigor por ocasião do ponto de maturidade fisiológica. A partir deste instante, ocorrem, inevitavelmente, mudanças fisiológicas e bioquímicas graduais, que ocasionam a deterioração e a perda gradativa do vigor (Carvalho & Nakagawa 2000).

A qualidade da semente é fator de extrema importância para que se obtenha a produtividade

1. Trabalho recebido em fev./2012 e aceito para publicação em ago./2012 (nº registro: PAT 17249).

2. Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Unidade Universitária de Cassilândia, Cassilândia, MS, Brasil.

E-mails: cardoso@agronomo.eng.br, binotti@uems.br, dclia78@yahoo.com.br.

esperada, e o armazenamento é prática fundamental para a manutenção da qualidade fisiológica da semente, sendo um método por meio do qual pode-se preservar a viabilidade das sementes e manter o seu vigor até a futura semeadura (Azevedo et al. 2003).

As embalagens utilizadas no armazenamento devem ajudar a diminuir a velocidade do processo de deterioração, mantendo o teor de água inicial das sementes armazenadas, com o intuito de diminuir a respiração (Tonin & Perez 2006). A deterioração das sementes está associada às características dos recipientes que as contêm, dependendo da maior ou menor facilidade para as trocas de vapor d'água entre as sementes e a atmosfera e das condições do ambiente em que as mesmas permanecem armazenadas (Marcos Filho 2005).

Tendo-se em vista o potencial da cultura para a produção de biodiesel e as suas características consideradas rústicas, o crambe apresenta potencial promissor. A qualidade fisiológica das sementes colocadas à disposição do produtor é de grande importância para o estabelecimento inicial da cultura e para a obtenção de altas produtividades.

Assim, este trabalho objetivou avaliar o efeito de diferentes tipos de embalagem e períodos de armazenamento na manutenção da qualidade fisiológica de sementes de crambe (*Crambe abyssinica* Hochst), cultivar FMS Brilhante.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Análise de Sementes da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, em Cassilândia (MS), entre agosto de 2010 e julho de 2011. Foram utilizadas sementes de crambe (*Crambe abyssinica* Hochst), cultivar FMS Brilhante, sem tratamento prévio, oriundas da Fundação de Apoio à Pesquisa Agropecuária de Chapadão, localizada em Chapadão do Sul (MS).

Na análise da qualidade inicial do lote de sementes, foram determinados os seguintes valores: grau de umidade das sementes: 7,18%; primeira contagem de germinação: 98%; teste de germinação: 98%; teste de tetrazólio: 97%; emergência em campo: 78%; índice de velocidade de germinação: 15,27%; envelhecimento acelerado: 92%; comprimento da parte aérea: 2,46 cm; comprimento da raiz: 2,31 cm; fitomassa fresca: 58,33 mg plântula⁻¹; fitomassa seca: 31,25 mg plântula⁻¹.

As sementes foram acondicionadas em embalagem metálica, garrafas plásticas (tipo PET), caixa de isopor e mantidas na embalagem de origem - sacaria de polipropileno trançado (testemunha), sendo, posteriormente, armazenadas por 9 meses, avaliando-se a qualidade das mesmas a cada 3 meses.

As embalagens foram confeccionadas com materiais de baixo custo. Para a embalagem metálica, foram utilizadas folhas de alumínio intercaladas com filme plástico, totalizando três camadas de cada material, com massa final aproximada de 400 g cada. Foram, também, utilizadas garrafas plásticas (tipo PET), com volume de 500 mL, com o interior da garrafa completamente preenchido com sementes. A embalagem de isopor foi confeccionada utilizando-se embalagem industrial, com volume de 1,0 litro, sendo o seu interior dividido em três partes, cada uma lacrada individualmente.

A qualidade fisiológica foi avaliada antes da instalação do trabalho e, a cada três meses, foram efetuadas as seguintes avaliações:

- Grau de umidade: Determinado pelo método da estufa, a 105°C, durante 24 horas, com utilização de duas repetições para cada parcela, conforme metodologia prescrita nas Regras para Análise de Sementes (Brasil 2009);

- Primeira contagem de germinação: Realizada juntamente com o teste de germinação, sendo o registro da percentagem de plântulas normais verificado aos 5 dias após a instalação do teste. As sementes foram consideradas germinadas quando apresentaram comprimento da raiz primária superior ou igual a 2,0 mm;

- Teste de germinação: Realizado com quatro repetições de 50 sementes, em rolos de papel para germinação, a 25°C. O papel foi umedecido com água destilada, em quantidade equivalente a 2,5 vezes a sua massa seca, de forma a uniformizar o teste. As contagens de plântulas normais foram realizadas aos cinco e nove dias após a semeadura. As sementes foram consideradas germinadas quando apresentaram comprimento da raiz primária superior ou igual a 2,0 mm;

- Índice de velocidade de germinação: Determinado a partir de contagens diárias do teste de germinação, sendo calculado segundo fórmula proposta por Maguire (1962);

- Fitomassa fresca e seca da plântula: Foram coletadas as plântulas normais da análise anterior, sendo mensuradas as fitomassas e os valores expres-

tos em mg plântula⁻¹, para obtenção da fitomassa fresca. Posteriormente, as plântulas coletadas foram submetidas à secagem em estufa de ventilação forçada, à temperatura média de 60-70°C, até atingirem massa constante, sendo, posteriormente, determinada a fitomassa seca (mg plântula⁻¹) das mesmas;

- Envelhecimento acelerado: Realizado segundo metodologia proposta por Marcos Filho (1999), utilizando-se quatro amostras de 50 sementes, para cada tratamento, com 200 sementes colocadas sobre a tela de inox, em caixa plástica (tipo gerbox) contendo, no fundo, 40 mL de água destilada. As caixas foram fechadas e levadas a um germinador regulado à temperatura de 41°C, onde permaneceram por 72 horas. Transcorrido este período, as sementes foram semeadas conforme descrição para o teste de germinação e as plântulas normais avaliadas após cinco dias;

- Emergência em campo: Avaliada com quatro repetições de 50 sementes. A contagem das plântulas normais emergidas foi efetuada aos nove dias após a semeadura, com expressão dos resultados em percentagem;

- Comprimento da parte aérea e da raiz primária da plântula: Aos nove dias, foi mensurado o comprimento da parte aérea e da raiz primária das plântulas normais, com uma régua graduada. Para as análises estatísticas, foram utilizados os valores médios obtidos (cm plântula⁻¹);

- Teste de tetrazólio: Consistiu de quatro repetições de 50 sementes de cada tratamento, com as sementes cortadas manualmente, em sentido longitudinal, com o auxílio de bisturi, sendo uma das partes imersa em solução de 2,3,5 trifênil cloreto de tetrazólio 0,2%, por, aproximadamente, 2 horas. Posteriormente, as sementes foram lavadas em água corrente e mantidas submersas em água, até o momento da avaliação. As mesmas foram avaliadas individualmente e internamente, verificando-se a intensidade da coloração e, portanto, a viabilidade das sementes, sendo, posteriormente, classificadas como viáveis (coloridas de vermelho) e não viáveis (incolores), de acordo com a recomendação para *Brassica* spp. (Brasil 2009), sendo o resultado expresso em percentagem.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 4x4, sendo constituído pela combinação dos tipos de embalagem de acondicionamento e tempos de armazenamento, com quatro repetições, em ambiente de laboratório.

Os dados foram avaliados por meio de análise de variância. Quando o valor de F foi significativo a 5%, aplicou-se o teste Tukey, para comparação das médias de embalagens de acondicionamento. Verificou-se ajuste à regressão polinomial para tempo de armazenamento. Foi utilizado o programa Sanest (Zonta & Machado 1986).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve interação significativa entre o grau de umidade das sementes, primeira contagem de germinação, teste de germinação, índice de velocidade de germinação, fitomassa fresca e seca e germinação após envelhecimento acelerado, o mesmo não ocorrendo para a emergência em campo, comprimento da parte aérea e radicular de plântulas normais.

Aos três meses de armazenamento, foram observadas diferenças na umidade das sementes (Tabela 1), com o acondicionamento das sementes em sacaria de polipropileno trançado (testemunha) apresentando maior grau de umidade, com relação ao acondicionamento em garrafas PET, porém, não diferindo dos demais.

Aos seis meses, período que coincidiu com a época das chuvas (meados de fevereiro), o acondicionamento das sementes em sacaria de polipropileno trançado proporcionou o maior valor para o grau de umidade das sementes (9,23%), em relação ao acondicionamento em caixa de isopor (8,09%), todavia, não diferindo dos outros tipos de embalagem.

Os diferentes tipos de embalagem de acondicionamento utilizados resultaram em respostas distintas, na avaliação do grau de umidade das sementes, sendo influenciados pelas características de permeabilidade de cada um, segundo as flutuações que ocorreram na umidade relativa do ambiente.

A temperatura e a umidade relativa do ambiente de armazenamento influenciaram diretamente no grau de umidade das sementes, devido ao seu caráter higroscópico. Assim, o uso de embalagens que permitem ou não determinada troca de vapor de água entre a semente e o ambiente exterior é importante para impedir flutuações no grau de umidade das sementes. A redução da atividade metabólica, com taxa de deterioração reduzida, possibilita a manutenção da qualidade fisiológica por um período mais prolongado.

Silva et al. (2010) trabalharam com o armazenamento de sementes de milho (BR 106), arroz

Tabela 1. Grau de umidade de sementes, primeira contagem de germinação, germinação e índice velocidade de germinação em sementes de crambe, cv. FMS Brilhante, em função da embalagem de acondicionamento e do tempo de armazenamento (Cassilândia, MS, 2010/2011).

Tempo de armazenamento (meses)	Embalagem de acondicionamento			
	Testemunha	Garrafa plástica (PET)	Caixa de isopor	Embalagem metálica
	<i>Grau de umidade das sementes (%)</i>			
0	7,18 a	7,18 a	7,18 a	7,18 a
3	7,73 a	6,79 b	7,29 ab	6,90 ab
6	9,23 a	8,69 ab	8,09 b	8,72 ab
9	8,54 a	8,54 a	8,44 a	8,43 a
Ajuste de regressão	RQ ^{(1)**}	RL ^{(2)**}	RL ^{(3)**}	RQ ^{(4)*}
CV (%)	5,60			
	<i>Primeira contagem de germinação (%)</i>			
0	98 a	98 a	98 a	98 a
3	95 a	94 a	91 a	97 a
6	86 b	89 ab	83 b	94 a
9	72 b	68 b	59 c	82 a
Ajuste de regressão	RQ ^{(5)**}	RQ ^{(6)**}	RQ ^{(7)**}	RQ ^{(8)**}
CV (%)	3,89			
	<i>Teste padrão de germinação (%)</i>			
0	98 a	98 a	98 a	98 a
3	97 a	95 a	97 a	98 a
6	88 b	90 ab	85 b	96 a
9	76 b	72 b	61 c	83 a
Ajuste de regressão	RQ ^{(9)**}	RQ ^{(10)**}	RQ ^{(11)**}	RQ ^{(12)**}
CV (%)	3,83			
	<i>Índice de velocidade de germinação</i>			
0	15,27 a	15,27 a	15,27 a	15,27 a
3	14,94 a	14,72 a	14,44 a	15,16 a
6	13,49 b	13,90 ab	13,10 b	14,73 a
9	11,42 b	10,85 b	9,34 c	12,89 a
Ajuste de regressão	RQ ^{(13)**}	RQ ^{(14)**}	RQ ^{(15)**}	RQ ^{(16)**}
CV (%)	3,79			

Médias seguidas de letras diferentes, nas linhas, dentro do fator armazenamento, diferem estatisticamente entre si, pelo teste Tukey, a 5%. RL: Regressão linear; RQ: Regressão quadrática. ** e * Significativo a 1% e 5%, respectivamente. ⁽¹⁾Y = -0,03465279x² + 0,4982918x + 7,019875 (R² = 0,7972); ⁽²⁾Y = 0,1999166x + 6,902250 (R² = 0,6553); ⁽³⁾Y = 0,1529167x + 7,063750 (R² = 0,9313); ⁽⁴⁾Y = 0,02743056x² + 0,0390416x + 7,017125 (R² = 0,8841); ⁽⁵⁾Y = -0,31944444x² - 0,0416667x + 98,125 (R² = 0,9992); ⁽⁶⁾Y = -0,48611111x² + 1,2583333x + 97,275 (R² = 0,9799); ⁽⁷⁾Y = -0,46527778x² + 0,0958333x + 97,1625 (R² = 0,9833); ⁽⁸⁾Y = -0,29166667x² + 0,9750000x + 97,675 (R² = 0,9861); ⁽⁹⁾Y = -0,30555556x² + 0,1833333x + 98,80 (R² = 0,99); ⁽¹⁰⁾Y = -0,43055556x² + 1,0583333x + 97,925 (R² = 0,98); ⁽¹¹⁾Y = -0,63888889x² + 1,6166667x + 98,350 (R² = 0,99); ⁽¹²⁾Y = -0,34722222x² + 1,5416667x - 98,125 (R² = 0,98); ⁽¹³⁾Y = -0,04812495x² - 0,0001255x + 15,297126 (R² = 0,9987); ⁽¹⁴⁾Y = -0,06951388x² + 0,1558747x + 15,175126 (R² = 0,9838); ⁽¹⁵⁾Y = -0,08124998x² + 0,0930830x + 15,176751 (R² = 0,9911); ⁽¹⁶⁾Y = -0,0482638x² + 0,1817916x + 15,217876 (R² = 0,9838).

(Primavera) e feijão (Pérola), durante oito meses, com diferentes embalagens, sendo elas do tipo impermeável (PET), semipermeável (plástico com espessura de 0,10 mm) e permeável (plástico trançado e papel), e afirmaram que, independentemente da espécie, o grau de umidade das sementes armazenadas nas embalagens permeáveis sofreu maior influência das condições atmosféricas do local de armazenamento do que as armazenadas nos outros tipos de embalagem, fato já esperado, pois este tipo de embalagem não oferece nenhuma resistência às trocas de vapor de água das sementes com o meio no qual estão armazenadas, diferentemente das impermeáveis, que

não permitem tais trocas, e das semipermeáveis, que oferecem maior resistência que as permeáveis e menor que as impermeáveis.

A primeira contagem de germinação, teste padrão de germinação e índice de velocidade de germinação (IVG) foram influenciados pelos tipos de embalagem, a partir de seis meses de armazenamento, sendo que a embalagem metálica proporcionou melhores resultados, embora, aos seis meses, não tenha diferido da embalagem tipo PET. Tanto a primeira contagem de germinação, quanto o teste padrão de germinação e o IVG, foram influenciados pelo tempo de armazenamento, ocorrendo redução nos valores,

com o aumento do tempo de armazenamento, nos diferentes tipos de embalagem de acondicionamento.

Almeida et al. (2010) observaram queda linear na germinação das sementes de cinco espécies oleaginosas (algodão, amendoim, soja, girassol e mamona), com o aumento do período de armazenamento, em condições ambientais, dados que concordam com os obtidos por Silva et al. (2010), os quais afirmaram que a qualidade fisiológica (germinação e vigor) das sementes de arroz, milho e feijão apresenta decréscimo ao longo do período de armazenamento.

No último tempo de armazenamento (9 meses), a embalagem metálica foi a que proporcionou maior preservação da germinação, com percentagem de germinação acima de 80% e IVG de 12,89.

Cabe ressaltar que o processo de deterioração é inevitável, mas pode ser retardado, dependendo das condições de armazenamento e das características da semente.

As condições não controladas de temperatura e umidade relativa, durante o tempo de armazenamento, associadas ao alto teor de óleo das sementes de crambe (característico da semente), resultaram na rápida redução da germinação.

José et al. (2010) constataram que a instabilidade química dos lipídios constitui um dos fatores preponderantes na queda de desempenho das sementes de várias espécies, especialmente das oleaginosas (alto teor de lipídios), e que a peroxidação lipídica e o estresse oxidativo têm causado a deterioração das sementes de oleaginosas, durante o seu envelhecimento.

Constatou-se que as sementes de crambe perdem sua viabilidade rapidamente, quando armazenadas em condições naturais. Sementes recém-colhidas (0 meses de armazenamento) apresentaram germinação média de 98%, e, após 3 meses em condições ambientais de armazenamento, ainda apresentavam, em média, germinação de 97% (elevada), porém, para o armazenamento por 6 meses, a utilização de embalagem tipo sacaria de polipropileno trançado (testemunha) e caixa de isopor não foi adequada para a manutenção da germinação. Este fato foi comprovado aos 9 meses de armazenamento, quando verificou-se que a melhor embalagem para armazenamento e manutenção da viabilidade das sementes é a metálica, seguida da garrafa plástica (PET) ou sacaria de polipropileno trançado e caixa de isopor (com menor eficiência).

Masetto et al. (2009), avaliando a qualidade fisiológica de seis lotes de sementes de crambe pro-

duzidas no Estado de Mato Grosso do Sul, verificaram percentual de germinação (plântulas normais) variando entre 64% e 86%.

A fitomassa fresca e seca de plântulas, a partir de três meses de armazenamento, foram influenciadas pela embalagem utilizada no acondicionamento (Tabela 2), sendo que, no último tempo de armazenamento, o acondicionamento das sementes em caixa de isopor foi o que proporcionou menor desempenho das sementes avaliadas segundo a fitomassa fresca (23,95 mg plântula⁻¹) e seca (10,85 mg plântula⁻¹). O processo de deterioração das sementes exerce influência sobre o desempenho das mesmas, assim, o aumento da deterioração da semente proporciona menor crescimento de plântulas, acarretado pela perda de vigor, culminando na perda do poder germinativo.

As embalagens de acondicionamento de sementes influenciaram nos resultados do teste de envelhecimento acelerado. Aos três meses, para a embalagem tipo PET, observou-se menor valor de germinação, após o envelhecimento (86%). Aos nove meses de armazenamento, somente a embalagem metálica propiciou valores acima de 80% de germinação. Constatou-se que, aos 9 meses, a germinação variou entre 82% (embalagem metálica) e 57% (caixa de isopor), índices que, em conjunto com os demais testes, comprovam a superioridade da embalagem metálica sobre as demais embalagens de acondicionamento.

As embalagens impermeáveis, ou à prova de troca de vapor de água (metálica), não permitem a troca de vapor de água entre o ambiente e a semente, evitando que a mesma apresente ganho no grau de umidade e, conseqüentemente, aumento nas reações bioquímicas e deterioração.

A emergência em campo (Tabela 3) foi influenciada pelas embalagens de acondicionamento, sendo que a embalagem metálica propiciou maior percentagem de emergência (75,37%), em relação à caixa de isopor (73,00%) e à testemunha (73,25%), não diferindo, porém, da PET (73,81%).

O aumento no tempo de armazenamento proporcionou queda linear na emergência em campo. Como mencionado anteriormente, o aumento do tempo de armazenamento e as condições de armazenamento das sementes, com o uso de embalagens que permitem ganho no grau de umidade, em função das condições ambientais favoráveis, têm influência direta no aumento da deterioração das sementes, refletindo na queda do seu vigor.

Tabela 2. Fitomassa fresca e seca de plântulas e envelhecimento acelerado em sementes de crambe, cv. FMS Brilhante, em função da embalagem de acondicionamento e do tempo de armazenamento (Cassilândia, MS, 2010/2011).

Tempo de armazenamento (meses)	Embalagem de acondicionamento			
	Testemunha	Garrafa plástica (PET)	Caixa de isopor	Embalagem metálica
<i>Fitomassa fresca (mg plântula⁻¹)</i>				
0	35,65 a	35,65 a	35,65 a	35,65 a
3	27,40 a	29,00 a	24,20 b	30,15 a
6	27,40 b	29,45 b	29,55 b	32,75 a
9	27,20 a	29,05 a	23,95 b	29,29 a
Ajuste de regressão	RQ ^{(1)**}	RQ ^{(2)**}	RQ ^{(3)**}	RL ^{(4)**}
CV (%)	5,20			
<i>Fitomassa seca (mg plântula⁻¹)</i>				
0	19,15 a	19,15 a	19,15 a	19,15 a
3	13,10 ab	12,95 ab	10,20 b	13,50 a
6	13,10 c	17,10 b	19,65 ab	20,70 a
9	14,80 a	17,70 a	10,85 b	16,65 a
Ajuste de regressão	RQ ^{(5)**}	RQ ^{(6)**}	RL ^{(7)**}	ns
CV (%)	10,44			
<i>Envelhecimento acelerado (%)</i>				
0	92 a	92 a	92 a	92 a
3	93 a	86 b	92 a	95 a
6	85 b	86 ab	84 b	91 a
9	75 b	74 b	57 c	82 a
Ajuste de regressão	RQ ^{(8)**}	RQ ^{(9)**}	RQ ^{(10)**}	RQ ^{(11)**}
CV (%)	3,55			

Médias seguidas de letras diferentes, nas linhas, dentro do fator acondicionamento, diferem estatisticamente entre si, pelo teste Tukey, a 5%. RL: Regressão linear; RQ: Regressão quadrática. ** Significativo a 1%; ns: Não significativo. ⁽¹⁾Y = 0,22361114x² - 2,8575006x + 35,227501 (R² = 0,9312); ⁽²⁾Y = 0,17361116x² - 2,2075005x + 35,252501 (R² = 0,9001); ⁽³⁾Y = 0,16250006x² - 2,4541674x + 34,262502 (R² = 0,5783); ⁽⁴⁾Y = - 0,5483335x + 34,430001 (R² = 0,550); ⁽⁵⁾Y = 0,21527772x² - 2,3724996x + 18,932500 (R² = 0,9613); ⁽⁶⁾Y = 0,18888889x² - 1,7066666x + 18,455000 (R² = 0,5448); ⁽⁷⁾Y = - 0,5150000x + 17,280000 (R² = 0,1509); ⁽⁸⁾Y = - 0,31250000x² + 0,8041667x + 92,787500 (R² = 0,9923); ⁽⁹⁾Y = - 0,13194444x² - 0,6041667x + 91,562500 (R² = 0,8952); ⁽¹⁰⁾Y = - 0,73611111x² + 2,8416667x + 92,025000 (R² = 0,9945); ⁽¹¹⁾Y = - 0,31250000x² + 1,7041667x + 92,487500 (R² = 1,0000).

Tabela 3. Emergência em campo, umidade das sementes após envelhecimento acelerado (UAEA) e comprimento da parte aérea e radicular de plântulas, em sementes de crambe, cv. FMS Brilhante, em função da embalagem de acondicionamento e do tempo de armazenamento (Cassilândia, MS, 2010/2011).

Tratamentos	Emergência	UAEA	Comprimento	
			Parte aérea	Raiz
	%		cm	
Embalagem de acondicionamento				
Testemunha	73,25 b	21,49 a	2,16 a	2,22 a
Garrafa plástica (PET)	73,81 ab	20,90 a	2,14 a	2,14 a
Caixa de isopor	73,00 b	21,45 a	2,08 a	1,99 a
Embalagem metálica	75,37 a	22,28 a	1,98 a	1,92 a
Tempo de armazenamento				
0	78,00	23,35	2,47	2,32
3	75,25	20,15	2,01	2,01
6	72,94	21,17	1,98	2,00
9	69,25	21,44	1,90	1,94
Ajuste de regressão	RL ^{(1)**}	ns	RQ ^{(2)**}	RL ^{(3)*}
CV (%)	2,93	-	11,74	21,88

Médias seguidas de letras diferentes, nas colunas, dentro do fator acondicionamento, diferem estatisticamente entre si, pelo teste Tukey, a 5%. RL: Regressão linear; RQ: Regressão quadrática. ** e * Significativo a 1% e 5%, respectivamente; ns: Não significativo. ⁽¹⁾Y = - 0,9520833x + 78,143750 (R² = 0,99); ⁽²⁾Y = 0,01059027x² - 0,1538541x + 2,450937 (R² = 0,9427); ⁽³⁾Y = - 0,0391667x + 2,245000 (R² = 0,76).

O desempenho das sementes, avaliado pelo comprimento da parte aérea e sistema radicular, não sofreu efeito das embalagens de acondicionamento, todavia, observou-se diminuição no crescimento de plântulas, com o aumento do tempo de armazenamento.

O armazenamento tem como objetivo a manutenção da qualidade fisiológica das sementes, pela minimização dos processos que levam à deterioração, e inicia-se ainda no campo, após a sua maturidade fisiológica. A deterioração das sementes é um processo inevitável, que aumenta com o tempo de armazenamento, porém, pode-se minimizar a intensidade e velocidade de deterioração, utilizando-se armazenamento adequado (Delouche & Baskin 1973).

CONCLUSÕES

1. A embalagem metálica proporcionou melhor preservação da qualidade fisiológica de sementes de crambe.
2. O aumento do tempo de armazenamento exerceu efeito negativo na qualidade fisiológica de sementes de crambe, ao longo do tempo de armazenamento de nove meses.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, F. A. C. et al. Estudo de técnicas para o armazenamento de cinco oleaginosas em condições ambientais e criogênicas. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, Campina Grande, v. 12, n. 2, p. 189-202, 2010.
- AZEVEDO, M. R. Q. A. et al. Influência das embalagens e condições de armazenamento no vigor de sementes de gergelim. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 7, n. 3, p. 519-524, 2003.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. *Regras para análise de sementes*. Brasília, DF: MAPA/ACS, 2009.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. *Sementes: ciência, tecnologia e produção*. 4. ed. Jaboticabal: Funep, 2000.
- DELOUCHE, J. C.; BASKIN, C. C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. *Seed Science and Technology*, Zurich, v. 1, n. 2, p. 427-452, 1973.
- JOSÉ, S. C. B. R. et al. Armazenamento de sementes de girassol em temperaturas subzero: aspectos fisiológicos e bioquímicos. *Revista Brasileira de Sementes*, Londrina, v. 32, n. 4, p. 29-38, 2010.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling and vigour. *Crop Science*, Madison, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.
- MARCOS FILHO, J. Deterioração de sementes. In: MARCOS FILHO, J. *Fisiologia de sementes de plantas cultivadas*. Piracicaba: Fealq, 2005. p. 165-352.
- MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Eds.). *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: Abrates, 1999. p. 3.1-3.24.
- MASETTO, T. E. et al. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de crambe produzidas no Estado de Mato Grosso do Sul. *Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibras*, Campina Grande, v. 13, n. 3, p. 107-113, 2009.
- PITOL, C. Cultura do crambe. In: PITOL, C. *Tecnologia de produção: milho safrinha e culturas de inverno*. Maracajú: Fundação MS, 2008. p. 85-88.
- SILVA, F. S. et al. Viabilidade do armazenamento de sementes em diferentes embalagens para pequenas propriedades rurais. *Revista de Ciências Agroambientais*, Alta Floresta, v. 8, n. 1, p. 45-56, 2010.
- TOLEDO, M. Z. et al. Qualidade fisiológica e armazenamento de sementes de feijão em função da aplicação tardia de nitrogênio em cobertura. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, v. 39, n. 2, p. 124-133, 2009.
- TONIN, G. A.; PEREZ, S. C. J. G. A. Qualidade fisiológica de sementes de *Ocotea porosa* (Nees et Martius ex. Nees) após diferentes condições de armazenamento e semeadura. *Revista Brasileira de Sementes*, Pelotas, v. 28, n. 2, p. 26-33, 2006.
- ZONTA, E. P.; MACHADO, A. A. *Sistema de análise estatística para microcomputadores - Sanest*. Pelotas: UFPel, 1986.