

# Armazenamento de sementes de *Crambe abyssinica* Hochst. ex R.E.Fr. em diferentes embalagens e ambientes

Tathiana Elisa Masetto<sup>1</sup>, Carla Regina Baptista Gordin<sup>2</sup>, Josué de Brito Quadros<sup>3</sup>,  
Rodrigo Kelson Silva Rezende<sup>4</sup>, Silvana de Paula Quintão Scalón<sup>4</sup>

## RESUMO

O interesse pelo crambe (*Crambeabyssinica*) surgiu em virtude da sua superioridade, em relação à soja e às demais oleaginosas, na produção de óleos vegetais, e por adaptar-se com facilidade ao plantio direto. Objetivou-se, com este trabalho, avaliar o armazenamento de sementes de crambe, em diferentes embalagens e ambientes. Foram testadas as embalagens de saco de polietileno e embalagens de plástico rígido com fechamento hermético, nas seguintes condições: ambiente ( $25 \pm 2^\circ\text{C}$  e 60% de UR) e câmara fria e seca ( $15 \pm 2^\circ\text{C}$  e 45 % de UR), durante 0, 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias (período de maio a novembro de 2010), sendo avaliados, mensalmente, o teor de água, a germinação, na primeira contagem, o índice de velocidade de germinação e o tempo médio de germinação das sementes. O experimento foi conduzido em DIC, com quatro repetições de 50 sementes para cada tratamento. Inicialmente, as sementes apresentaram germinação média de 60% e teor de água de 7,0%. As embalagens e ambientes empregados permitiram alterações no teor de água que desencadearam o início da deterioração das sementes, evidenciado pela redução de germinação na primeira contagem, índice de velocidade e aumento do tempo médio de germinação das sementes. Entretanto, a germinação não foi influenciada pelos tratamentos e períodos de armazenamento. De maneira geral, as sementes de crambe podem ser acondicionadas em embalagem impermeável durante 180 dias de armazenamento, em condição de  $15 \pm 2^\circ\text{C}$  e 45% de UR.

**Palavras-chave:** *Crambeabyssinica*, oleaginosa, potencial fisiológico, teor de água.

## ABSTRACT

### Storage of *Crambe abyssinica* Hochst. ex R.E.Fr. seeds in different packagings and environments

The interest for crambe emerged from its superiority in relation to soybean and other oilseeds for vegetable oil production and its great adaptability for the direct planting. This work aimed to evaluate the storage of the crambe seeds in different packagings and environments. Polyethylene bags and rigid plastic packaging with hermetic sealing were tested in the following conditions: laboratory ( $25 \pm 2^\circ\text{C}$  e 60% RH) and dry and cold chamber ( $15 \pm 2^\circ\text{C}$  e 45% RH), during 0, 30, 60, 90, 120, 150 and 180 days (May to November, 2010). Seed water content, first count, seed germination, germination speed index and seed germination medium time were evaluated monthly. The experiment was carried out with four replications using 50 seeds in each treatment. Initially, seeds showed 60% germination and 7.0% moisture content. The packagings and environments tested allowed alterations in seed water content which, possibly, provided the beginning of seed deterioration, which was assessed through the reduction of the first count, speed index and increase in the germination average time. However, the treatments and the storage periods did not influence the seed germination. In general, crambe seeds can be stored in impermeable packaging during 180 days at  $15 \pm 2^\circ\text{C}$  and 45% RH.

**Key words:** *Crambeabyssinica*, oilseed, physiological potential, water content.

Recebido para publicação em 23/10/2012 e aprovado em 25/06/2013.

<sup>1</sup>Engenheira-Agrônoma, Doutora. Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Rodovia Dourados-Itahum, Km 12, Caixa Postal 533, 79804-970, Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil. tathianamasetto@ufgd.edu.br

<sup>2</sup>Engenheira-Agrônoma, Mestre. Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Rodovia Dourados-Itahum, Km 12, Caixa Postal 533, 79804-970, Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil. carlagordin@ufgd.edu.br (autor para correspondência).

<sup>3</sup>Acadêmico do curso de Agronomia. Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Rodovia Dourados-Itahum, Km 12, Caixa Postal 533, 79804-970, Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil. josue\_quadros@agronomo.eng.br

<sup>4</sup>Engenheiro-Agrônomo, Doutor. Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Rodovia Dourados-Itahum, Km 12, Caixa Postal 533, 79804-970, Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil. rkelson@ufgd.edu.br; silvanascalon@ufgd.edu.br

## INTRODUÇÃO

A maior parte da energia consumida no mundo provém do petróleo, carvão e gás natural, que são fontes limitadas e com previsões para o término de suas reservas. Em decorrência disso, dos preços elevados do petróleo no mercado mundial e da pressão internacional para a redução da emissão de gases do efeito estufa, tem havido a expansão dos cultivos de espécies oleaginosas destinadas à produção de biodiesel (Trzeciak *et al.*, 2008).

Dentre essas oleaginosas, destaca-se o crambe (*Crambe abyssinica* Hochst - Brassicaceae), uma cultura herbácea, de ciclo anual, com origem na região do Mediterrâneo e com relatos de ocorrência na Etiópia (Souza *et al.*, 2009; Cargnelutti Filho *et al.*, 2011). Essa espécie vem sendo cultivada pelo interesse industrial no óleo extraído de suas sementes (de 26 a 38%), pela elevada concentração de proteína e pelo grande potencial de cultivo durante a safrinha, na região Centro-Oeste, onde expressa características favoráveis para a rotação de culturas e o plantio direto (Souza *et al.*, 2009; Ruas *et al.*, 2010; Oliveira Neto *et al.*, 2011; Teixeira *et al.*, 2011). Apesar da importância da espécie, as informações sobre as tecnologias de armazenamento das sementes ainda são incipientes, embora sejam necessárias para o sucesso do estabelecimento do *stand* e da exploração agrícola da cultura.

As sementes são estruturas capazes de sobreviver e de manter a viabilidade até que o clima e o local sejam favoráveis para o início de uma nova geração. No entanto, como qualquer outro ser vivo, não conseguem preservar suas funções vitais indefinidamente. Nesse contexto, a deterioração é um processo caracterizado por uma série de alterações fisiológicas, bioquímicas, físicas e citológicas, com início a partir da maturidade fisiológica, em ritmo progressivo determinado pelas condições do ambiente e das práticas de manejo, resultando na queda da qualidade e culminando com a morte da semente (Marcos Filho, 2005).

Os sintomas fisiológicos mais evidentes da deterioração das sementes são aparentes durante a germinação e o desenvolvimento inicial das plântulas, em virtude da desestruturação do sistema de membranas, como consequência do ataque aos seus constituintes químicos, pelos radicais livres (José *et al.*, 2010). O armazenamento é prática fundamental para manter a qualidade fisiológica da semente e garantir a manutenção do vigor e da viabilidade, no período compreendido entre a colheita e a semeadura (Azevedo *et al.*, 2003). Além disso, garante o suprimento anual de sementes, em especial daquelas espécies com produção irregular ao longo dos anos (Santos & Paula, 2007).

De acordo com Nagel & Börner (2010), até o início do século XX, não era dada tanta relevância à característica

de longevidade das sementes, quando, então, iniciou-se o reconhecimento da vulnerabilidade dos recursos genéticos e da necessidade de conservá-los para o futuro. Nesse contexto, os esforços para minimizar os efeitos da deterioração das sementes são especialmente importantes (Tersikh *et al.*, 2008) e envolvem o controle da temperatura e da umidade relativa do ar do ambiente. Assim, as operações de secagem, beneficiamento e as condições e o período de armazenamento representam componentes importantes do histórico dos lotes de sementes e exercem efeitos no desempenho após a semeadura (Marcos Filho, 2005).

O tipo de embalagem utilizada no acondicionamento das sementes, durante o armazenamento, também assume relevante importância na manutenção da sua viabilidade e vigor, pois está diretamente relacionado com a qualidade fisiológica das sementes armazenadas. Quando as sementes são armazenadas em embalagens permeáveis, seu teor de água altera conforme as variações da umidade do ar, por serem higroscópicas. Em embalagens semipermeáveis, há alguma resistência às trocas, porém insuficiente para impedir completamente a passagem da umidade e, em embalagens impermeáveis, não há influência da umidade do ar externo sobre as sementes (Baudet, 2003).

O conhecimento do potencial fisiológico das sementes durante o armazenamento faz-se necessário, por causa das exigências particulares das espécies quanto às condições para sua conservação. As sementes oleaginosas, por exemplo, apresentam menor potencial de armazenamento que as amiláceas, em vista da menor estabilidade química dos lipídeos, em comparação com a do amido, uma vez que uma elevação moderada da temperatura, como consequência do processo respiratório, já é suficiente para a decomposição dos lipídeos e elevação da taxa de deterioração (Fanan *et al.*, 2009). Nesse sentido, observa-se que, além das características fisiológicas inerentes a cada espécie, a longevidade das sementes é influenciada pelo ambiente e pela embalagem, durante o período pós-colheita.

Diante do potencial de exploração da cultura do crambe, e no intuito de encontrar respostas sobre as tecnologias de armazenamento de suas sementes, objetivou-se, com este trabalho, avaliar o efeito de diferentes embalagens e ambientes, no armazenamento de sementes de crambe.

## MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido no Laboratório de Sementes da Faculdade de Ciências Agrárias (FCA), na Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Dourados/MS, durante o ano de 2010. Foram utilizadas sementes recém-

colhidas de crambe (*Crambe abyssinica* Hoescht – Brassicaceae), do cultivar FMS Brilhante, pertencentes a um único lote, com teor de água inicial de 7,0 %, determinado após seu beneficiamento.

O lote foi subdividido em 24 porções com o mesmo número de sementes, sendo 12 porções acondicionadas em embalagem semipermeável, do tipo saco de polietileno transparente com espessura de 0,25 mm, e, as demais, em embalagem plástica, transparente e inflexível, do tipo impermeável, nas dimensões de 9 x 9 x 7 cm e 0,20 mm de espessura, com tampa do mesmo material. As sementes acondicionadas nestas embalagens foram armazenadas em dois tipos de ambiente: condições de laboratório ( $25 \pm 2^\circ\text{C}$  e 60% de UR) e em câmara fria e seca ( $15 \pm 2^\circ\text{C}$  e 45% de UR), durante 0, 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias de armazenamento.

O efeito do ambiente e do tipo de embalagem no armazenamento das sementes foi avaliado, mensalmente, por meio dos testes e determinações descritos a seguir:

**Teor de água** - determinado com quatro repetições, pelo método da estufa, a  $105 \pm 3^\circ\text{C}$ , por 24 horas, conforme Brasil (2009);

**Teste de germinação** - realizado sobre duas folhas de papel Germitest® umedecido com água destilada, em quantidade equivalente a 2,5 vezes a massa do papel seco, posicionadas dentro de caixas plásticas do tipo “gerbox”, acondicionadas em câmara de germinação do tipo B.O.D., regulada para  $25^\circ\text{C}$ , com luz branca constante (Brasil, 2009);

**Primeira contagem** - realizada ao final de quatro dias após a semeadura (Brasil, 2009);

**Segunda contagem** - determinada pelo registro do número de plântulas normais, ao final de sete dias, após a semeadura (Brasil, 2009);

**Índice de velocidade de germinação (IVG)** - obtido por meio do registro diário de sementes germinadas no teste de germinação, seguindo os procedimentos descritos por Maguire (1962), citado por Ranal & Santana (2006);

**Tempo médio de germinação (TMG)** - calculado de acordo com a fórmula proposta por Edmond & Drapalla (1958), citados por Ranal & Santana (2006), a partir do registro do número diário de sementes germinadas durante o teste de germinação.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com parcelas subdivididas, sendo as parcelas constituídas pelo fatorial  $2 \times 2$  (dois tipos de embalagens x duas condições de armazenagem) e, as subparcelas, pelos sete períodos de avaliação. Utilizaram-se quatro repetições com 50 sementes para cada condição de armazenamento. Os resultados obtidos foram com-

parados pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, utilizando-se o *software* SISVAR (Ferreira, 2000).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve interação significativa entre os ambientes e as embalagens para o teor de água das sementes de crambe, observando-se interação apenas entre ambientes e períodos de armazenamento (Tabela 1).

Durante o armazenamento, houve variações nos teores de água das sementes, em relação ao teor inicial (7,0%). Nas duas embalagens estudadas, verificou-se pequena variação nos resultados de teores de água, entre 30 e 150 dias de armazenamento, sendo que a avaliação realizada aos 180 dias (6,6%) não diferiu significativamente daquela realizada no primeiro mês de armazenamento (Tabela 2). Esses resultados evidenciam que, ao final de 180 dias de armazenamento, as sementes de crambe entraram em equilíbrio higroscópico com o ambiente.

Verificou-se que as variações de teor de água foram semelhantes, entre os ambientes, ao longo do armazenamento, exceto entre os períodos de 90 a 150 dias, que mostraram aumento do teor de água das sementes no ambiente de câmara fria ( $15 \pm 2^\circ\text{C}$  e 45% de UR), quando comparado com o teor das sementes acondicionadas em laboratório ( $25 \pm 2^\circ\text{C}$  e 60% de UR) (Tabela 2).

Essas variações eram esperadas para o ambiente de laboratório, visto que as condições de umidade nesse local não foram controladas. Contudo, ao final do período de armazenamento, observou-se que as sementes em ambos os ambientes e embalagens apresentaram redução do teor de água, mantendo-se igual ao original. Possivelmente, esses resultados ocorreram graças às propriedades higroscópicas das sementes, que culminam com a manutenção do teor de água em equilíbrio com a umidade do ambiente de armazenamento, pois sementes pequenas, como as de crambe, secam mais rapidamente na população; conseqüentemente, há uma relação linear significativa entre o teor de água da semente inteira e a massa da semente (Daws *et al.*, 2004).

De acordo com Queiroga *et al.* (2009), quanto mais baixo for o teor de água das sementes durante o armazenamento, maior será sua longevidade, entretanto, com algumas exceções e dentro de certos limites, variáveis para cada espécie. Embora os tratamentos de armazenamento tenham permitido oscilações no teor de água das sementes de crambe, esse parâmetro apresentou variação de 6,5 a 10,2%, independentemente das condições testadas, e está de acordo com o proposto por Marcos Filho (2005), que destacou que, de um modo geral, as sementes devem ser mantidas com grau de umidade de 10 a 12% para o armazenamento durante seis a oito meses, sendo os valores mais baixos indicados para

espécies como o crambe, em que predominam reservas de lipídeos. Contudo, ao final do período de armazenamento nas condições testadas, observou-se que as sementes apresentavam, em média, 6,6% de teor de água, e não apresentavam diferença significativa do seu teor de água inicial.

Para a primeira contagem de germinação, verificou-se interação significativa somente entre ambientes/embalagens e períodos de armazenamento (Tabela 3). Houve diferença significativa entre as embalagens testadas somente aos 60 dias de armazenamento, indicando o efeito superior da embalagem hermética e impermeável para as sementes de crambe (71%). A caracterização do vigor das sementes pela análise de primeira contagem evidenciou os efeitos das embalagens utilizadas, sendo que o saco plástico não foi uniforme para conservar o potencial fisiológico das sementes, proporcionando os menores resultados nos períodos de 30 a 90 dias de armazenamento. Por outro lado, a embalagem hermética foi mais eficiente na manutenção da qualidade das sementes, proporcionando taxas superiores de germinação, aos 60, 120, 150 e 180 dias de armazenamento (Tabela 3).

Resultados semelhantes foram observados para as condições de ambiente, que evidenciaram, aos 60 dias de armazenamento, o efeito benéfico da câmara fria e seca para a manutenção da qualidade das sementes (67%), em comparação com o efeito do ambiente de laboratório (56%) (Tabela 2), sendo que, nos demais períodos avaliados, não foram observadas diferenças significativas entre os ambientes. Em ambas as condições de armazenamento, verificou-se aumento da taxa de germinação na primeira contagem ao final de 180 dias, sendo que, na condição de laboratório, observou-se o incremento a partir de 120 dias; e, na condição controlada, já aos 60 dias, houve aumento significativo (67%) em comparação com a das sementes armazenadas durante 30 dias (48%), embora aos 90 dias, fosse detectada diminuição do vigor das sementes (43%) (Tabela 3).

Costa *et al.* (2012) também observaram aumento da germinação das sementes de crambe mantidas em câmara climatizada (18 °C e 53 % de UR) e condição ambiente (26 °C e 55% de UR), ao longo do armazenamento. No entanto, esses autores observaram taxa de germinação inicial de 7%, bastante inferior às encontradas nesta pesquisa, e

**Tabela 1.** Resumo da análise de variância do teor de água (TA), primeira contagem (PC), segunda contagem (SC), índice de velocidade de germinação (IVG) e tempo médio de germinação (TMG) de sementes de crambe armazenadas em dois tipos embalagens e ambientes, em diferentes períodos de armazenamento

FV	GL	TA	PC	SC	IVG	TMG
E	1	2,09 <sup>ns</sup>	100,32 <sup>ns</sup>	124,32 <sup>ns</sup>	0,98 <sup>ns</sup>	0,11 <sup>ns</sup>
A	1	23,36 <sup>**</sup>	180,04 <sup>ns</sup>	336,04 <sup>ns</sup>	4,13 <sup>ns</sup>	0,000022 <sup>ns</sup>
E x A	1	1,27 <sup>ns</sup>	246,04 <sup>ns</sup>	0,0036 <sup>ns</sup>	1,94 <sup>ns</sup>	0,39 <sup>*</sup>
PA	6	46,24 <sup>**</sup>	965,70 <sup>**</sup>	112,32 <sup>ns</sup>	49,68 <sup>**</sup>	2,96 <sup>**</sup>
E x PA	6	0,66 <sup>ns</sup>	254,32 <sup>*</sup>	36,32 <sup>ns</sup>	1,39 <sup>ns</sup>	0,07 <sup>ns</sup>
A x PA	6	5,05 <sup>**</sup>	216,04 <sup>*</sup>	50,04 <sup>ns</sup>	1,69 <sup>ns</sup>	0,17 <sup>*</sup>
E x A x PA	6	0,35 <sup>ns</sup>	162,37 <sup>ns</sup>	171,04 <sup>ns</sup>	1,21 <sup>ns</sup>	0,11 <sup>ns</sup>
	C.V.1(%)	13,57	18,86	15,54	20,24	6,85
	C.V.2(%)	7,05	16,21	14,86	14,28	5,48
	C.V.3(%)	13,84	18,10	14,69	16,40	6,68
	Média	7,89%	58,52%	67,45%	9,62	3,73 dias

(\*\*) Significativo a 1% de probabilidade; (\*) Significativo a 5% de probabilidade; (ns) Não significativo; (C.V.) Coeficiente de variação; (FV) Fonte de variação; (GL) Graus de liberdade; (TA) Teor de água; (PC) Primeira contagem; (SC) Segunda contagem; (IVG) Índice de velocidade de germinação; (TMG) Tempo médio de germinação.

**Tabela 2.** Resultados médios dos teores de água (%) das sementes de crambe armazenadas em dois tipos de embalagens e condições de ambiente, em diferentes períodos de armazenamento

Tratamentos	Período de armazenamento (dias)						
	0	30	60	90	120	150	180
Saco de polietileno	7,0 Ab	8,4 Aa	8,6 Aa	8,4 Aa	9,0 Aa	8,6 Aa	6,7 Ab
Embalagem hermética	7,0 Ab	9,2 Aa	8,7 Aa	9,2 Aa	8,9 Aa	9,1 Aa	6,5 Ab
25 ± 2 °C e 60% UR	7,0 Ab	8,7 Aa	8,7 Aa	7,8 Bab	7,8 Bab	7,9 Bab	6,6 Ab
15 ± 2 °C e 45% UR	7,0 Ab	8,9 Aa	8,6 Aa	9,8 Aa	10,2 Aa	9,8 Aa	6,6 Ab

Médias seguidas por pelo menos uma mesma letra maiúscula não diferem, entre si quanto à embalagem ou ambiente testado e médias seguidas por pelo menos uma mesma letra minúscula não diferem entre si ao longo do período de armazenamento pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 3.** Primeira contagem de germinação (%) de sementes de crambe armazenadas em dois tipos de embalagens e condições de ambiente, em diferentes períodos de armazenamento

Tratamentos	Período de armazenamento (dias)						
	0	30	60	90	120	150	180
Saco de polietileno	60 Aabc	48 Ac	52 Bbc	49 Ac	65 Aab	67 Aa	62 Aabc
Embalagem hermética	60 Ab	46 Ab	71 Aa	46 Ab	65 Aa	62 Aa	66 Aa
25±2 °C e 60% UR	60 Aabc	47 Ac	56 Babc	52 Abc	70 Aa	69 Aa	66 Aab
15±2 °C e 45% UR	60 Aab	48 Abc	67 Aa	43 Ac	61 Aab	60 Aab	62 Aab

Médias seguidas por pelo menos uma mesma letra maiúscula não diferem entre si quanto à embalagem ou ambiente e médias seguidas por pelo menos uma mesma letra minúscula não diferem entre si quanto às embalagens e ambientes ao longo do armazenamento.

sugeriram que as sementes dessa espécie, quando recém-colhidas, apresentam dormência, cuja superação se dá quando são armazenadas nesses ambientes, proporcionando germinação de 79 e 94%, respectivamente. Vale ressaltar que a qualidade inicial do lote exerce grande influência nos resultados após o armazenamento, e, provavelmente, as sementes de crambe não apresentam dormência, sendo verificado 60% de plântulas normais na primeira contagem, permitindo inferir que as diferenças observadas nos tratamentos de armazenamento estão associadas somente às condições empregadas.

Aos 60 dias de armazenamento, tanto os ambientes, quanto as embalagens estudadas diferiram significativamente entre si, observando-se maiores resultados de primeira contagem em câmara fria e em embalagem hermética (Tabela 3). É provável que a temperatura mais alta e a embalagem semipermeável tenham acentuado o efeito da deterioração das sementes, em comparação com as outras condições, uma vez que, provavelmente, permitiram aumento da atividade respiratória e esgotamento das substâncias de reserva acumuladas. De acordo com Silva *et al.* (2010), a maioria das sementes tende a sofrer variações no grau de umidade durante o período de armazenamento em ambiente não controlado, e essas variações são prejudiciais à conservação da germinação e do vigor, principalmente quando acompanhadas de acréscimo da temperatura ambiente.

Para a segunda contagem de germinação, não foi observada interação entre os períodos de armazenamento e os tratamentos, que também não influenciaram significativamente a germinação de sementes de crambe, verificando-se resultado médio de 67% de germinação, nas diferentes embalagens e ambientes (Tabela 4). Tunes *et al.* (2010) também observaram não haver prejuízos à germinação de sementes de cevada (cultivar MN), armazenadas por três e seis meses em ambiente natural e em câmara fria e seca. Apesar de ter sido verificado que as condições testadas permitiram alterações no teor de água das sementes, essas mudanças não foram suficientes para prejudicar sua capacidade de germinação.

Apenas os períodos de armazenamento influenciaram o índice de velocidade de germinação, verificando-se redução significativa da velocidade de germinação ao lon-

go do armazenamento, para ambas as embalagens e o ambiente de 15 ± 2 °C e 45% de UR. Porém, para a condição de 25 ± 2 °C e 60% de UR, observou-se diminuição significativa somente aos 30 dias de armazenamento. Embora não tenham sido verificadas alterações na taxa de germinação das sementes, o armazenamento prejudicou a velocidade de germinação das sementes de crambe (Tabela 5). Vale ressaltar que a análise do vigor das sementes, representado pela taxa de germinação na primeira contagem e pelo IVG, foi mais sensível em detectar variações no potencial fisiológico do crambe, do que a avaliação da germinação das sementes. Masetto *et al.* (2009) também concluíram que o teste de primeira contagem foi mais sensível para agrupar os lotes de sementes de crambe quanto ao vigor, permitindo resultados mais confiáveis.

Observou-se interação significativa entre embalagens e ambientes (Figura 1) e entre ambientes e períodos de armazenamento (Tabela 6), para o tempo médio de germinação das sementes. Não foi observada diferença estatística entre os efeitos dos ambientes nas duas embalagens testadas, que diferiram entre si apenas quando mantidas a 25 ± 2 °C e 60% de UR, verificando-se maior tempo médio para a germinação das sementes acondicionadas em saco de polietileno. Resultados semelhantes foram obtidos por Silva *et al.* (2010), ao observarem que as sementes de arroz, milho e feijão acondicionadas em embalagens permeáveis e armazenadas em temperatura ambiente apresentaram os menores índices de qualidade ao final do período de armazenamento, quando comparado com os índices de sementes em embalagem impermeável, reforçando que a permeabilidade das embalagens permite mai-

**Tabela 4.** Segunda contagem de germinação (SC) de sementes de crambe armazenadas em dois tipos de embalagens e condições de ambiente

Tratamentos	SC (%)
Saco de polietileno	69 A
Embalagem hermética	66 A
25 ± 2 °C e 60% UR	69 A
15 ± 2 °C e 45% UR	66 A

Médias seguidas pela mesma letra não diferem, entre si, pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

**Tabela 5.** Índice de velocidade de germinação de sementes de crambe armazenadas em dois tipos de embalagens e condições de ambiente, em diferentes períodos de armazenamento

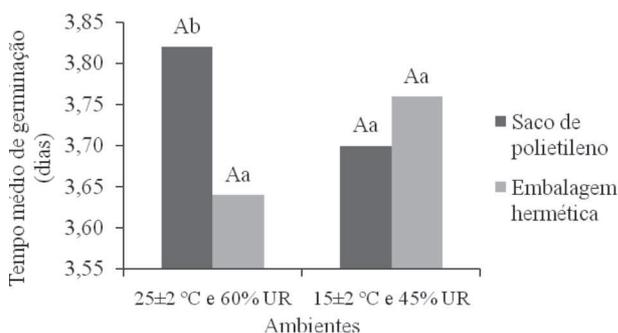
Tratamentos	Período de armazenamento (dias)						
	0	30	60	90	120	150	180
Saco de polietileno	13,26 Aa	8,82 Ab	9,29 Ab	8,22 Ab	9,76 Ab	9,03 Ab	9,59 Ab
Embalagem hermética	13,26 Aa	7,77 Ab	10,06 Ab	7,67 Ab	9,83 Ab	8,46 Ab	9,60 Ab
25 ± 2 °C e 60% UR	13,26 Aa	7,95 Ab	9,69 Aab	8,45 Aab	10,39 Aab	9,06 Aab	9,86 Aab
15 ± 2 °C e 45% UR	13,26 Aa	8,64 Ab	9,66 Ab	7,44 Ab	9,20 Ab	8,43 Ab	9,33 Ab

Médias seguidas por pelo menos uma mesma letra maiúscula não diferem entre si quanto às embalagens ou ambientes testados e médias seguidas por pelo menos uma mesma letra minúscula não diferem entre si para o mesmo tratamento ao longo do período de armazenamento pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 6.** Tempo médio de germinação de sementes de crambe armazenadas em dois tipos de condições de ambiente em diferentes períodos de armazenamento

Tratamentos	Período de armazenamento (dias)						
	0	30	60	90	120	150	180
25±2 °C e 60% UR	2,98 Aa	4,14 Ac	3,98 Bc	4,16 Ac	3,49 Ab	3,98 Ac	3,38 Ab
15±2 °C e 45% UR	2,98 Aa	4,00 Ac	3,59 Ab	4,31 Ac	3,56 Ab	4,05 Ac	3,62 Bb

Médias seguidas por pelo menos uma mesma letra maiúscula não diferem entre si quanto ao ambiente testado em uma mesma embalagem e médias seguidas por pelo menos uma mesma letra minúscula não diferem entre si quanto às embalagens em um mesmo ambiente.

**Figura 1.** Tempo médio de germinação de sementes de crambe armazenadas em dois tipos de embalagens e condições de ambiente. Médias seguidas por uma mesma letra maiúscula não diferem, entre si, entre diferentes ambientes e, médias seguidas por uma mesma letra minúscula não diferem, entre si, quanto à embalagem em um mesmo ambiente, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

or metabolismo das sementes, levando à acentuada perda de qualidade, sendo mais adequado, em ambientes com temperatura relativamente alta, a utilização de embalagens resistentes a trocas de vapor d'água (Marcos Filho, 2005; Silva *et al.*, 2010). Além disso, Walters (2007) relata que embalagens rígidas e herméticas são mais duráveis, minimizam o volume da amostra de sementes e otimizam o ambiente de armazenamento.

Confirmando os resultados do índice de velocidade de germinação, as sementes que não foram armazenadas apresentaram menor tempo médio para a conclusão do processo de germinação (2,98 dias). Segundo Antonello *et al.* (2009), ao serem armazenadas, as sementes passam a germinar mais lentamente que as sementes novas, pois respi-

ram mais lentamente e tornam-se mais susceptíveis às doenças, acumulando anormalidades cromossômicas e produzindo incrementos na proporção de plântulas anormais.

Aos 60 e 180 dias de armazenamento, os ambientes diferiram significativamente entre si, sendo observados os melhores resultados para a câmara fria (3,59) e condição ambiente (3,38), respectivamente (Tabela 6). O aumento do tempo para a germinação das sementes pode indicar o início do processo de deterioração, que, por sua vez, pode estar associado à elevação do teor de água das sementes, no período de armazenamento avaliado. De acordo com Carvalho & Nakagawa (2012), o teor de água das sementes é um dos mais importantes fatores que influem sobre o potencial de armazenamento, e que o seu aumento pode intensificar a respiração, desencadeando danos fisiológicos e consequente perda da viabilidade das sementes.

## CONCLUSÕES

O emprego da condição de câmara fria (15 ± 2 °C e 45% de UR) e de embalagem impermeável proporciona a manutenção do vigor das sementes de crambe e pode constituir tecnologia eficiente para conservar o potencial fisiológico das sementes, com até 180 dias de armazenamento.

## REFERÊNCIAS

- Antonello LM, Muniz MB, Brand SC, Vidal MD, Garcia D, Ribeiro L & Santos V (2009) Qualidade de sementes de milho armazenadas em diferentes embalagens. *Ciência Rural*, 39:2191-2194.
- Azevedo MRQA, Gouveia JPG, Trovão DMM & Queiroga VP (2003) Influência das embalagens e condições de armazenamento no vigor de sementes de gergelim. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 7:519-524.

- Baudet L (2003) Armazenamento de sementes. In: Peske ST, Rosental MD & Rota GR (Eds.) Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos. Pelotas, UFPel. p.369-418.
- Brasil (2009) Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes/Mapa. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, Mapa/ACS. 399p.
- Cargnelutti Filho A, Lopes SJ, Toebe M, Silveira TR & Schwantes IA (2011) Tamanho de amostra para estimação do coeficiente de correlação de Pearson entre caracteres de *Crambe abyssinica*. Revista Ciência Agronômica, 42:149-158.
- Carvalho NM & Nakagawa J (2012) Sementes: ciência, tecnologia e produção. 5ª ed. Jaboticabal, Funep. 590p.
- Costa LM, Resende O, Gonçalves DN & Sousa KA (2012) Qualidade dos frutos de crambe durante o armazenamento. Revista Brasileira de Sementes, 34:239-301.
- Daws MI, Gaméné CS, Glidewell SM & Pritchard HW (2004) Seed mass variation potentially masks a single critical water content in recalcitrant seeds. Seed Science Research, 14:185-195.
- Fanan S, Medina PF, Camargo MBP & Ramos NP (2009) Influência da colheita e do armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de mamona. Revista Brasileira de Sementes, 31:150-159.
- Ferreira DF (2000) SISVAR Sistema para análise de variância. Lavras, Universidade Federal de Lavras. CD-ROM.
- José SCBR, Salomão AN, Costa TSA, Silva JTTT & Curi CCS (2010) Armazenamento de sementes de girassol em temperaturas subzero: aspectos fisiológicos e bioquímicos. Revista Brasileira de Sementes, 32:29-38.
- Marcos Filho J (2005) Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. Piracicaba, Fealq. 495p.
- Masetto TE, Quadros JB, Moreira FH, Ribeiro DM, Benites Junior I & Rezende RKS (2009) Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de crambe produzidas no estado de Mato Grosso do Sul. Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibras, 13:107-113.
- Nagel M & Börner A (2010) The longevity of crop seeds stored under ambient conditions. Seed Science Research, 20:01-12.
- Oliveira Neto AM, Guerra N, Macie CDG, Silva TRB & Lima GGR (2011) Seletividade de herbicidas aplicados em pré-emergência na cultura do crambe. Revista Brasileira de Herbicidas, 10: 49-56.
- Queiroga VP, Castro LBQ, Gomes JP, Jerônimo JF & Pedroza JP (2009) Qualidade de sementes de algodão armazenadas em função de diferentes cultivares e teores de água. Revista Caatinga, 22:136-144.
- Ranal MA & Santana DG (2006) How and why to measure the germination process? Revista Brasileira de Botânica, 29:01-11.
- Ruas RAA, Nascimento GB, Bergamo EP, Daur Júnior RH & Arruda RG (2010) Embebição e germinação de sementes de crambe (*Crambe abyssinica*). Pesquisa Agropecuária Tropical, 40:61-65.
- Santos SRG & Paula RC (2007) Qualidade fisiológica de sementes de *Sebastiania commersoniana* (Baill.) Smith & Downs (branquilha - Euphorbiaceae) durante o armazenamento. Scientia Florestalis, 74:87-94.
- Silva FS, Porto AG, Pascuali LC & Silva FTC (2010) Viabilidade do armazenamento de sementes em diferentes embalagens para pequenas propriedades rurais. Revista de Ciências Agro-Ambientais, 8:45-56.
- Souza ADV, Fávoro SP, Ítavo LCV & Roscoe R (2009) Caracterização química de sementes e tortas de pinhão manso, nabo forrageiro e crambe. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 44:1328-1335.
- Teixeira RN, Toledo MZ, Ferreira G, Cavariani C & Jasper SP (2011) Germinação e vigor de sementes de crambe sob estresse hídrico. Irriga, 16:42-51.
- Tershihkh VV, Zeng Y, Feurtado JA, Giblin M, Abrams SR & Kermod SR (2008) Deterioration of western redcedar (*Thuja plicata* Donn ex D. Don) seeds: protein oxidation and in vivo NMR monitoring of storage oils. Journal of Experimental Botany, 59:765-777.
- Trzeciak MB, Neves MB, Vinholes PS & Villela FA (2008) Utilização de sementes de espécies oleaginosas para produção de biodiesel. Informativo Abrates, 18:30-38.
- Tunes LM, Barros ACSA, Badinelli PG & Garcia DC (2010) Armazenabilidade de sementes de cevada colhidas em diferentes épocas. Bioscience Journal, 26:403-412.
- Walters C (2007) Materials used for seed storage containers: response to Gómez-Campo. Seed Science Research, 17:233-242.