

**POTENCIAL FITOSSANITÁRIO DE SEMENTES DE CÁRTAMO
ARMAZENADAS EM DIFERENTES CONDIÇÕES DE
CONSERVAÇÃO E PERÍODOS**

**PHYTOSANITARY POTENTIAL OF STRAWBERRY SEEDS STORED
IN DIFFERENT CONSERVATION CONDITIONS AND PERIODS**

Janine Farias Menegaes¹

Rogério Antônio Bellé²

Ubirajara Russi Nunes³

Resumo

O cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) é uma espécie de múltiplos usos econômicos, desde medicinal, oleífero a ornamental. Deste modo, o objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial fisiológico e sanitário das sementes de cártamo armazenadas por diferentes condições de conservação e períodos. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x4 (condições de conservação: câmara fria com temperatura constante de 15°C e 40% umidade relativa do ar (UR) e laboratório com temperatura média de 25°C e sem controle da UR e, períodos de armazenamento: 0, 4, 8 e 12 meses), com oito repetições. Verificou-se que o potencial fisiológico e sanitário das sementes de cártamo foi afetado negativamente, conforme o aumento do período de armazenamento, em ambas as condições de conservação. No geral, esse potencial foi mais afetado em condições de conservação em laboratório. Conclui-se que a manutenção do potencial fisiológico e sanitário das sementes de cártamo armazenadas deverá ocorrer em condições controladas de temperatura e umidade do ar por até oito meses.

Palavras-chave: ambientes, fitopatógenos de sementes, germinação.

Abstract

S Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) is a species of multiple economic uses, from medicinal, oil to ornamental. Thus, the objective of this work was to evaluate the physiological and health potential of safflower seeds stored under different conditions of conservation and periods. The experimental design used was completely randomized, in a 2x4 factorial scheme (conservation conditions: cold chamber with constant temperature of 15°C and 40% relative humidity of the air (RH) and laboratory with average temperature of

¹ Engenheira Agrônoma, Acadêmica do Curso de Especialização em Educação Ambiental e Doutora em Agronomia. Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Avenida Roraima, 1000, Prédio 42, Sala da Direção do Centro, CEP 97.105-900, Santa Maria, RS, Brasil. <http://orcid.org/0000-0001-6053-4221>. E-mail: janine_rs@hotmail.com

² 2 Doutor, Professor do Departamento de Fitotecnia, UFSM, Santa Maria, RS, Brasil. <http://orcid.org/0000-0001-6704-417X>. E-mail: rabelle@smail.com

³ Doutor, Professor do Departamento de Fitotecnia, UFSM, Santa Maria, RS, Brasil. Orientador deste trabalho. <http://orcid.org/0000-0002-7124-9204>. E-mail: russinunes@yahoo.com.br

25°C and without RH control, and periods of storage: 0, 4, 8 and 12 months), with eight repetitions. It was found that the physiological and health potential of safflower seeds was negatively affected, as the storage period increased, in both conservation conditions. In general, this potential was most affected in laboratory conservation conditions. It is concluded that the maintenance of the physiological and sanitary potential of the safflower seeds stored should occur under controlled conditions of temperature and air humidity for up to eight months

Keywords: environments, seed phytopathogens, germination.

1. INTRODUÇÃO

O cártamo (*Carthamus tinctorius* L.), pertencente à família Asteraceae, originário da Ásia, é uma espécie de interesse econômico sendo cultivado em mais de 60 países. Apresenta ampla variabilidade de matérias-primas, que utilizadas como corantes culinário e têxtil, óleos e as hastes florais para ornamentação (ABUD et al., 2010; EMONGOR e OAGILE, 2017). Suas sementes apresentam até 40% de óleo, amplamente, utilizado na indústria alimentícia e farmacêutica, principalmente para elaboração de cosméticos e medicamentos como a insulina. Seu óleo é consumido como produto estético com potente ação antioxidante e, também, como biodiesel (ARSLAN, 2007; CORONADO, 2010; FAOSTAT, 2017).

A produção de sementes de cártamo, em 2014, com a produtividade média de 882 kg ha⁻¹, com área cultivada de aproximadamente um milhão de hectares. A Ásia contribui com 51,5% da produção total, seguido da América com 33,4%, Europa com 11,7%, África com 2,7% e Oceania com 0,7% (FAOSTAT, 2017; NASS, 2017). Essa cultura apresenta boa adaptabilidade de cultivo nas condições brasileira, sendo a espécie indicada como alternativa de cultivo na entressafra, especialmente para a produção de sementes, (GIRARDI et al., 2013; SANTOS e SILVA, 2015). Contudo, ainda encontra-se em cultivos com finalidade experimentais.

A semente é um dos insumos agrícolas de alto custo, cuja produção está sujeita a uma série de adversidades bióticas e abióticas, em que conforme a severidade destas compromete, diretamente, seu potencial fitossanitário. Neste sentido, o potencial fisiológico está diretamente relacionado com a longevidade nas sementes, em que pode ser variável de acordo com o genótipo, cultivar e variedade, sendo o período de conservação deste potencial, diretamente, dependente do grau de umidade e das condições do ambiente de armazenamento (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012; MARCOS-FILHO, 2015a).

Durante o armazenamento de sementes deve-se atentar para dois fatores de suma importância, a temperatura e a umidade relativa do ar do ambiente de conservação, pois esses afetam diretamente seu potencial fisiológico (BRÜNING et al., 2011; GOLDFARB e QUEIROGA, 2013). A inadequação das condições de conservação propicia a aceleração da deterioração e, conseqüentemente, a redução da qualidade das sementes, evidenciada durante a germinação e o desenvolvimento inicial das plântulas. A velocidade em que ocorre esta deterioração pode ser amenizada pela adequação da qualidade inicial do lote, do estágio de maturação, da longevidade, das condições físicas das sementes, entre outros (JOSÉ et al., 2010; SALES et al., 2011).

Deste modo, o objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial fisiológico e sanitário das sementes de cártamo armazenadas por

diferentes condições de conservação e períodos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido, no período de janeiro de 2017 a março de 2018, no Laboratório Didático e de Pesquisas em Sementes do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), localizado em Santa Maria, RS (29°43' S; 53°43' W e altitude de 95m). O clima na região é subtropical úmido (Cfa), segundo a classificação de Köppen-Geiger.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x4 (condições de conservação e períodos de armazenamento), com oito repetições. As condições de conservação foram em câmara fria com temperatura constante de 15°C e 40% umidade relativa do ar (UR) e em laboratório com temperatura média de 25°C e sem controle da UR, em ambos as sementes foram embaladas em saco de papel Kraft (tipo pardo de 1,0 kg), com grau de umidade médio de 9,0%. Os períodos de armazenamento foram de 0, 4, 8 e 12 meses. A primeira avaliação da qualidade fisiológica e sanitária foi 24 h após as sementes serem embaladas, considerando esta como período de armazenamento zero.

A cada período foram avaliadas as qualidades pelos seguintes testes:

Massa de mil sementes: determinado pelo método de BRASIL (2009a).

Grau de umidade das sementes: determinado pelo método de estufa 105±3°C por 24 h, utilizando-se 5 g por repetição (adaptado BRASIL, 2009a).

Teste padrão de germinação (TPG), índice de velocidade de germinação (IVG) e tempo médio de germinação (TMG): realizado com 50 sementes distribuídas em rolo de papel de germinação, umedecido com água destilada na proporção de 2,5 vezes a massa do papel seco. Os rolos foram mantidos em germinador tipo BOD (Box Organism Development), com fotoperíodo de 24 h e

temperatura de 25±2°C (BRASIL, 2009a). As avaliações de germinação foram aos quatro e aos 14 DAS (dias após a semeadura), com os resultados expressos em percentagem de plântulas normais. Juntamente, com o TPG avaliou-se diariamente até sete DAS, o índice de velocidade de germinação (IVG) (MAGUIRE, 1962) e o tempo médio de germinação (TMG; dias) (FURBECK et al., 1993), utilizou-se como critério o alongamento da raiz primária e emergência dos cotilédones (ABUD et al., 2010).

Condutividade elétrica massal: realizado com 50 sementes, pesadas e acondicionadas em copos de plástico descartáveis, com capacidade para 200 mL, contendo 50 mL de água destilada. Em seguida, os copos permaneceram em germinador tipo BOD, regulado a 25°C. As leituras foram realizadas 22 h após a embebição (antecedendo o período de protrusão radicular 24 h após a embebição), em condutivímetro de mesa, sendo os resultados expressos em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$, conforme metodologia adaptada e descrita por Kryzanowski et al. (1999).

Comprimento e massa seca de plântula: realizado com 20 sementes mantidas na mesma condição do TPG, aos quatro DAS foram medidos o comprimento da parte aérea e da radícula de dez plântulas normais de cada repetição. Na sequência determinou-se massa seca total por secagem do material em estufa de ventilação forçada a 65±5°C por 48 h (NAKAGAWA, 1999).

Emergência no campo, índice de velocidade de emergência (IVE) e tempo médio de emergência (TME): realizado com 50 sementes distribuídas em linhas de 1 m, espaçadas a 0,2 m e com profundidade de 0,03 m, avaliação final aos 14 DAS, com resultados expressos em percentagem de emergência de plântulas. As contagens de plântulas emergias ocorreram diariamente até estabilização da emergência (14 DAS), período utilizado para o cálculo do índice de velocidade de emergência (IVE) (MAGUIRE, 1962), o tempo médio de emergência (TME; dias)

(FURBECK et al., 1993), utilizou-se como critério o desenvolvimento completo dos cotilédones e epicótilo (ABUD et al., 2010).

Para as variáveis de germinação e emergência das plântulas no campo, utilizou-se como referência a Instrução Normativa (IN) nº. 45/2013 do MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento) para a cultura do girassol (*Helianthus annuus* L.), por pertencer à mesma família botânica do cártamo (Asteraceae), sendo exigidos valores 65-70% (BRASIL, 2013).

Teste de sanidade: realizado com oito repetições de 50 sementes, foram distribuídos em caixas plásticas transparentes para germinação em substrato de papel (Blotter Test) umedecido com água destilada correspondente a 2,5 vezes a massa do papel seco. Inibiu-se a germinação por congelamento de 24 h à temperatura de $06\pm 1^{\circ}\text{C}$, na sequência as caixas foram mantidas em BOD, por cinco dias com fotoperíodo de 12 h de luz à temperatura de $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ (BRASIL, 2009b). Foram avaliadas em lupa (microscópio estereoscópio) com a identificação dos fitopatógenos em nível de gênero, e os resultados expressos em percentagem de sementes infestadas.

As frequências relativas de germinação e de emergência foram determinadas pela metodologia adaptada de Labouriau e Valadares (1976), expressa na Equação 1.

$$Fr = ni / \sum_{i=1}^k ni \quad (1)$$

em que: Fr: frequência relativa de germinação/emergência; ni: número de germinação/emergência por dia; $\sum ni$: número total de germinação/emergência observadas no teste de IVG/IVE.

Os dados expressos em percentagem foram transformados em arco-seno $\sqrt{x/100}$. Análises de variância dos dados e a comparação de médias pelo teste de Tukey ($p < 0,05$), foram realizadas com o auxílio do programa SISVAR (FERREIRA, 2014).

3. RESULTADOS

Inicialmente, o lote de cártamo utilizado neste experimento, apresentava 9,0% de grau de umidade (GRU) e 36,5g de massa de mil sementes (MMS). Observou-se que houve redução tanto no percentual de umidade como na massa das sementes de cártamo armazenadas por diferentes períodos, sendo esse processo mais acentuado em condições de conservação em laboratório (Tabela 1).

Observou-se que a condutividade elétrica massal (CEM) das sementes de cártamo foi crescente, ao longo dos períodos de armazenamento. Verificou-se que houve variação na percentagem de germinabilidade em primeira contagem de germinação aos 4 DAS (PCG), com média de 35% no de armazenamento de zero mês, e para as médias nos diferentes períodos de armazenamento (4; 8 e 12 meses) foram de 31% e 27% para as condições de conservação em câmara fria e em laboratório, respectivamente, indicando o processo de deterioração do potencial fisiológico dessas sementes.

Esta deterioração, também, pode ser verificada pela redução dos índices de velocidades de germinação (IVG) com médias de 46,3 e 41,2 para as condições de conservação em câmara fria e em laboratório, respectivamente. Bem como, o aumento do tempo médio de germinação (TMG) tanto para os diferentes períodos de armazenamento com em suas condições (Tabela 1 e Figura 1).

O lote de sementes de cártamo apresentava a qualidade fisiológica inicial de 72% e 76% para germinação (GER) aos 14 DAS e de emergência de plântulas (ECP), respectivamente, caracterizando-se como lote comercial segundo os padrões do MAPA (BRASIL, 2013). Todavia, observou-se que a germinação dessas sementes apresentaram redução no seu percentual atingindo 65% e 58% para as condições de conservação em câmara fria e em laboratório, respectivamente. Bem como, na emergência no campo (EPC) com média de 76% no início do experimento, passados 12 meses de armazenamento as

percentagens de EPC foram de 69% e 48% e com tempo médio de emergência (TME) 6,9 e 8,9 dias para as condições de conservação em câmara fria e em laboratório, respectivamente. O aumento do período para emergência que inicialmente era de 5,4 dias, é comprovada pelo índice de velocidade de emergência (IVE), o qual a cada avaliação foi mais lento.

Na Tabela 2 observou-se que o desenvolvimento das plântulas de cártamo não apresentaram diferença estatística referente ao comprimento de plântula e massa seca radicular. Todavia, esses parâmetros ao longo das avaliações apresentaram desenvolvimento mais lento (TMG; Tabela 1).

No teste de sanidade, verificou-se que as sementes totais infestadas (SIT) apresentaram incidência de fitopatógenos em média de 40% sobre as sementes de cártamo (Tabela 3). Observou-se que ao longo dos períodos de armazenamento (4, 8 e 12 meses) houve aumentando na incidência de fitopatógenos com médias de 50%, 52% e 55%, respectivamente, e entre as condições de conservação em laboratório a proliferação destes patógenos foi maior em virtude da falta de controle ambiental.

A identificação dos patógenos sobre as sementes de cártamo ocorreu em nível de gênero, como *Aspergillus* spp., *Botrytis* spp., *Fusarium* spp., *Penicillium* spp. e *Sclerotinia* spp.

As frequências relativas de sementes germinadas e emergência de plântulas de cártamo (Figuras 1 e 2), apresentaram distribuição similar ao zero mês de armazenamento para ambas as condições de conservação. Contudo, os picos das frequências nos demais meses apresentaram desencontro.

4. DISCUSSÃO

Observou-se que houve redução tanto no percentual de umidade como na massa das sementes de cártamo armazenadas por diferentes períodos, sendo esse processo mais acentuado em condições de conservação em

laboratório (Tabela 1). De acordo com Brüning et al. (2011), a massa de mil sementes e o grau de umidade das sementes são parâmetros biológicos ideais para o entendimento da percentagem de germinação. Bessa et al. (2015) atribuíram a variação do grau de umidade das sementes de crambe (*Crambe abyssinica* Hochst.) armazenadas a permeabilidade da embalagem, em que a troca de água ocorre devido as sementes serem higroscópicas.

O potencial fisiológico das sementes de cártamo verificado com o aumento da CEM e a redução percentual da germinabilidade aos 4 DAS (PCG) (Tabela 1) é um indicativo de que conforme o aumento do período de armazenamento, para ambas as condições de conservação, há maior deterioração destas sementes, as quais interferem negativamente nos processos metabólicos futuros.

De acordo com Marcos-Filho (2015a) a manutenção da integridade do sistema de membranas é fundamental para a preservação da vitalidade e da viabilidade das sementes. Estudos realizados por Abreu et al. (2011; 2013), corroboram com os resultados deste trabalho, em que os valores de CEM foram crescentes ao longo do período de armazenamento (12 meses) de sementes de girassol, afetando negativamente o percentual de germinação e emergência das plântulas no campo. Boiago et al. (2013) observaram pelo teste de CEM o aumento da deterioração dos sistemas de membrana das sementes de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) armazenadas por 90 dias, afetando negativamente o potencial fisiológico dessas sementes.

Além da redução percentual da germinabilidade aos 4 DAS (PCG), verificou-se também, a redução do IVG, índice que verifica a velocidade de rearranjo das membranas após a embebição, pois quanto mais próximo de 100, mais rápido ocorre o rearranjo das membranas para o início do processo trifásico germinativo, em menor tempo. Observou-se que com o acelerar da deterioração das sementes de cártamo mais

lento ocorreu o rearranjo das membranas, em que o lote inicial de semente realizava esse processo com tempo médio de germinação (TMG) de 4,6 dias, todavia, esse tempo passou para em média de 5,2 a 6,0 dias, para as condições de conservação em câmara fria e em laboratório, respectivamente.

Matos et al. (2011) verificaram a redução do potencial germinativo de sementes de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) armazenadas em diferentes ambientes, contudo, o ambiente sem controle de temperatura e umidade relativa do ar promoveu uma drástica redução no potencial fisiológico desta espécie.

A qualidade inicial do lote de sementes de cártamo estava em concordância pela legislação e padrões estabelecidos pela IN nº. 45/2013 do MAPA para comercialização de sementes (BRASIL, 2013). Entretanto, as condições de conservação e os períodos de armazenamento afetaram negativamente o potencial fisiológico das sementes de cártamo visto pela redução das percentagens de germinação (GER) aos 14 DAS e de emergência de plântulas (ECP), além do IVE e culminando com o aumento do TME (Tabela 1 e Figura 2).

Marcos-Filho (2015b) exemplifica que o desenvolvimento inicial das plântulas, especialmente, é expresso pela taxa de emergência (potencial fisiológico) que pode ser relacionado com a adaptação e a interação das sementes com as condições climáticas as quais foram expostas.

O desenvolvimento das plântulas de cártamo foram similar, indicando que o efeito da deterioração atingiu as reservas independentemente das condições e períodos de armazenamento. Verificou-se que a massa seca de plântula em parte aérea apresentou diferença, comprovando a deterioração das sementes de cártamo pelos outros testes. Resultados semelhantes aos deste trabalho foram observados Menegaes et al. (2019a; 2020) em sementes de cártamo submetidas a diferentes tratamentos de sementes e períodos de armazenamento, respectivamente.

Observou-se que as sementes de cártamo ao longo do armazenamento foram se deteriorando em ambas as condições de conservação, afetando negativamente o seu potencial fisiológico (Tabela 1). Menegaes et al. (2020) verificaram que o armazenamento de sementes de cártamo em câmara fria por 12 meses afetou negativamente o seu potencial fisiológico e sanitário.

De acordo com Girardi et al. (2013) que, também, verificaram alta incidência de patógenos em sementes de cártamo colhidas em diferentes períodos de maturação, sendo *Aspergillus* spp. (62%), *Fusarium* spp. (42%) e *Penicillium* spp. (56%), os mais relevantes afetando negativamente a germinação.

Machado (2000) menciona que *Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp. e Coronado (2010) atribui *Botrytis* como os fitopatógenos que mais contribuem para a deterioração das sementes depreciando seu potencial fisiológico.

Venturoso et al. (2015) verificaram que patógenos dos gêneros *Sclerotinia* spp. incidentes sobre as sementes de cártamo e girassol reduziram o percentual e a velocidade de emergência das plântulas.

De acordo com Coronado (2010), Girardi et al. (2013) e Menegaes et al. (2019a), a cultura de cártamo apresenta naturalmente alto índice de fitopatógenos advindos do campo, conforme as condições climáticas em que a espécie é cultivada mais expressiva poderá ser essa incidência, sendo recomendado tratamento de sementes no que antecede a semeadura.

Nas Figuras 1 e 2, as frequências relativas de sementes germinadas e emergência de plântulas de cártamo, respectivamente, se distribuiu homogeneamente apenas no início do experimento (zero mês). Em que os picos de maior germinação e emergência culminam com TMG de 4,6 dias e TME de 5,4 dias. Menegaes et al. (2019b) verificaram coincidência dos picos de germinação para duas as espécies de celosias (*Celosia argentea* L. e *Celosia cristata* L.) armazenadas por 16

anos, com TMG de 2,9 dias para todos os períodos avaliados.

Para os demais períodos de armazenamento observou-se distribuição heterogênea entre as condições de conservação em câmara fria e em laboratório, tanto para as frequências relativas das sementes germinadas, como para emergência de plântulas de cártamo. Verificou-se que há um desencontro dos picos de maior de germinação e de emergência com variação dos TMG e TME, para os períodos de armazenamento de 4, 8 e 12 meses, respectivamente (Tabela 1), indicando maior lentidão no rearranjo das membranas para a realização do padrão trifásico de germinação e consequentemente emergência de plântulas.

Lopes e Franke (2011) relatam que a simetria dos picos da distribuição das frequências podem demonstrar qualidade do potencial fisiológico das sementes. A assimetria entre os picos de distribuição das frequências tanto para as frequências relativas das sementes germinadas, como para emergência de plântulas de cártamo, comprova a deterioração destas sementes em que a reorganização das membranas, observadas pela variação nos tempos médios de germinação e emergência, bem como, pelos números médios de sementes germinadas (NTG) e de plântulas emergidas (NTE) (Figuras 1 e 2).

Marcos-Filho (2015a) relata que o processo de deterioração das sementes depende da herança genética desde o rearranjo das membranas para o início do processo trifásico germinativo. Para Taiz e Zeiger (2009), as alterações fisiológicas nas sementes afetam diretamente aos processos relacionadas à hidrólise de suas reservas, como, a degradação de amido e síntese de açúcares no endosperma ou à biossíntese de tecidos novos, processos essenciais para a germinação e emergência sobre condições ambientais favoráveis.

Portanto, a manutenção do potencial fisiológico das sementes de cártamo quando armazenadas deve ser em ambiente com

controle de temperatura e umidade do ar, sendo recomendado por até oito meses.

5. AGRADECIMENTOS

A CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pelo incentivo e financiamento deste trabalho e, ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Santa Maria. Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pela bolsa de produtividade ao professor orientador deste trabalho.

6. REFERÊNCIAS

ABREU LAS, CARVALHO M LM, PINTO, CAG, KATAOKA VY, SILVA TTA. Deterioration of sunflower seeds during storage. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 35, n. 2, p. 240-247, 2013.

ABREU LAS, CARVALHO M LM, PINTO, CAG, KATAOKA VY. Teste de condutividade elétrica na avaliação de sementes de girassol armazenadas sob diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 33, n. 4 p. 635-642, 2011.

ABUD HF, GONÇALVES NR, REIS RGE, GALLÃO MI, INNECCO R. Morfologia de sementes e plântulas de cártamos. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 2, p. 259-265, 2010.

ARSLAN, B. The determination of oil content and fatty acid compositions of domestic and exotic safflower (*Carthamus tinctorius* L.) genotypes and their interactions. **Journal of Agronomy**, v. 6, n. 3, p. 415-420, 2007.

BESSA JFV, DONADON JR, RESENDE O, ALVES RMV, SALES JF, COSTA LM. Armazenamento do crambe em diferentes embalagens e ambientes: Parte I - Qualidade fisiológica. **Revista Brasileira de**

- Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 19, n. 3, p. 224-230, 2015.
- BOIAGO NP, FORTES AMT, KULZER SR, KOELLN FTS. Potencial fisiológico de sementes armazenadas de cultivares de feijão-caupi produzidas no estado do Paraná. **Revista Varia Scientia Agrárias**, Casvel, v. 3, n. 2, p. 21-32, 2013.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa n. 45**. Brasília. MAPA. 2013, 38 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de Análise Sanitária de Sementes**. Brasília: MAPA, 2009b. 200 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: MAPA, 2009a. 395 p.
- BRÜNING FO, LÚCIO AD, MUNIZ MFB. Padrões para germinação, pureza, umidade e peso de mil sementes em análises de sementes de espécies florestais nativas do Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.21, n.2, p.193-202, 2011.
- CARVALHO NM, NAKAGAWA J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 588 p.
- CORONADO LM. **El cultivo del cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) en México**. Ciudad Obregon: SGI. 2010, 96 p.
- EMONGOR V, OAGILE O. **Safflower production**. Botswana: The Regional Universities Forum for Capacity Building in Agriculture - RUFORUM. 2017. 67 p.
- FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistics Division. **Crops: Safflower**. 2017. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E>>. Acesso em: 03 ago. 2018.
- FERREIRA DF. Sisvar: A guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, Brasília, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.
- FURBECK SM, BOURLAND FMY, WATSON CEJ. Relationship of seed and germination measurements with resistance to seed weathering cotton. **Seed Science and Technology**, v. 21, n. 3, p. 505-12, 1993.
- GIRARDI LB, BELLÉ RA, LAZAROTTO M, MICHELON S, GIRARDI BS, MUNIZ MFB. Qualidade de sementes de cártamo colhidas em diferentes períodos de maturação. **Revista Acadêmica de Ciências Agrárias e Ambiental**, Curitiba, v. 11, p. S67-S73, 2013.
- GOLDFARB M, QUEIROGA VP. Considerações sobre o armazenamento de sementes. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v. 7, n. 3, p. 71-74, 2013.
- JOSÉ SCBR, SALOMAO NA, COSTA TSA, SILVA JTTT, CURI CCS. Armazenamento de sementes de girassol em temperaturas subzero: aspectos fisiológicos e bioquímicos. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n. 4 p. 029-038, 2010.
- KRYZANOWSKI FC, VIEIRA RD, FRANÇA NETO, JB. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. 218 p.
- LABOURIAU LG, VALADARES MEB. On the germination of seeds *Calotropis procera* (Ait.) Ait.f. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 48, n. 2, p. 263-284, 1976.
- LOPES RR, FRANKE LB. Aspectos térmico-biológicos da germinação de sementes de cornichão anual sob diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v. 40, n. 10, p. 2091-2096, 2011.

- MACHADO JC. **Tratamento de sementes no controle de doenças**. Lavras: UFLA, 2000. 138 p.
- MAGUIRE JD. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, n.2, p.176-177, 1962.
- MARCOS-FILHO J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. ABRATES: Londrina, 2015a. 650 p.
- MARCOS-FILHO J. Review: Seed vigor testing: an overview of the past, present and future perspective. **Scientia Agricola**, São Paulo, v. 72, n. 4, p. 363-374, 2015b.
- MATOS JF, MARTINS NETTO DA, COELHO RR. **Efeito do armazenamento na qualidade de sementes de linhagens de sorgo**. Circular Técnica 163. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2011. 4 p.
- MENEGAES JF, BARBIERI GF, BELLÉ RA, NUNES UR. Physiological and sanitary quality of cockscomb seeds stored for different periods. **Ornamental Horticulture**, Campinas, v. 25, n. 1, p. 34-41, 2019b.
- MENEGAES JF, NUNES UR, BELLÉ RA, BACKES FAAL, BARBIERI GF, SOUSA N A, SANTOS CV. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de cártamo armazenadas em diferentes períodos e embalagens. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 4, p. 17022-17034, 2020.
- MENEGAES JF, NUNES UR, BERTAGNOLLI CM, MUNIZ MFB, BELLÉ RA, BACKES FAAL. Physiological and Sanitary Quality of Safflower Seeds Under Different Seed Treatments. **Journal of Agricultural Studies**, v. 17, n. 4. p. 282-296, 2019a.
- NAKAGAWA J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: KRZYZANOSWKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO. J.B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES. 1999. 218 p.
- NASS. NATIONAL AG STATISTICAL SERVICE. **Crop Production. Annual Summary**. Florida: Agricultural Statistics Board, United States Department of Agriculture (USDA), 2017. 51 p.
- SALES JF, PINTO JEBP, OLIVEIRA JÁ, BOTREL PP, SILVA FG, CORRÊA RM. The germination of bush mint (*Hyptis marruboides* EPL) seeds as a function of harvest stage, light, temperature and duration of storage. **Acta scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 33, n. 4, p. 709-713, 2011.
- SANTOS RF, SILVA MA. *Carthamus tinctorius* L.: Uma alternativa de cultivo para o Brasil. **Acta Iguazu**, Cascavel, v.4, n.1, p. 26-35, 2015.
- TAIZ L, ZEIGER E. **Fisiologia Vegetal**. 4.ed. Porto Alegre: Artemed. 2009. 848 p.
- VENTUROSO LR, BACCHI LMA, VENTUROSO LA, PONTIM BCA, REIS GF. Inoculação de *Sclerotinia sclerotiorum* em sementes de oleaginosas: transmissão e seus efeitos sobre a emergência de plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.45, n.5, p. 788-793, 2015.

Submissão: 13/04/2020.

Aceito: 18/02/2021.

Publicado: 04/03/2021.

Tabela 1. Grau de umidade (GRU), massa de mil sementes (MMS), condutividade elétrica massal (CEM), primeira contagem de germinação (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG), germinação (GER), tempo médio de germinação (TMG), emergência no campo (EPC), índice de velocidade de emergência (IVE), tempo médio de emergência (TME) de *Carthamus tinctorius* L. armazenadas em diferentes condições de conservação em câmara fria (CF) e em laboratório (LB) e períodos.

Períodos (meses)	Ambientes de conservação					
	CF	LB	MD	CF	LB	MD
	GRU (%)			MMS (g)		
0	36,5 Aa*	36,5 Aa	36,5	9,0 Aa*	9,0 Aa	9,0
4	35,8 Ab	35,1 Ab	35,5	8,9 Aa	8,6 Bb	8,8
8	35,1 Ab	34,8 Ab	35,0	8,6 Ab	8,0 Bc	8,3
12	33,6 Ac	32,6 Ac	33,1	8,5 Ab	7,8 Bc	8,2
MD	35,3	34,8		8,8	8,4	
CV(%)	3,64			3,6		
	CEM ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$)			PCG (%)		
0	141,9 Ac*	141,9 Ad	141,9	35 Aa*	35 Aa	35
4	151,6 Bc	184,5 Ac	168,1	34 Aa	30 Bb	32
8	179,6 Bb	215,0 Ab	197,3	28 Ab	26 Ac	27
12	189,6 Ba	255,4 Aa	222,5	26 Ab	18 Bd	22
MD	165,7	199,2		31	27	
CV(%)	10,02			9,42		
	IVG			GER (%)		
0	47,9 a*	47,8 Aa	47,9	72 Aa*	72 Aa	72
4	47,7 Aa	46,4 Aa	47,1	70 Aa	62 Bb	66
8	46,4 Aa	41,1 Bb	43,8	66 Ab	56 Bc	61
12	41,6 Ab	29,6 Cc	35,6	54 Ac	43 Bd	49
MD	45,9	41,2		66	58	
CV(%)	6,89			7,77		
	TMG (dias)			ECP (%)		
0	4,6 Ac*	4,6 Ac	4,6	76 Aa*	76 Aa	76
4	4,7 Bc	5,9 Ab	5,3	74 Ab	61 Bb	68
8	5,2 Bb	6,4 Aa	5,8	71 Ac	58 Bc	65
12	6,2 Ba	7,0 Aa	6,6	69 Ad	48 Bd	59
MD	5,2	6,0		73	61	
CV(%)	7,78			7,8		
	IVE			TME (dias)		
0	26,7 Aa*	25,7 Aa	26,2	5,4Ab*	5,4 Ac	5,4
4	26,6 Aa	21,7 Bb	24,2	6,0 Bb	7,6Ab	6,8
8	24,8 Ab	19,5 Bb	22,2	6,8 Ba	8,2 Aa	7,5
12	24,1 Ab	13,3 Bc	18,7	6,9 Ba	8,9 Aa	7,9
MD	25,6	20,1		6,3	7,5	
CV(%)	9,37			8,69		

*Teste de médias não seguidas pela mesma letra, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, diferem pelo teste Tukey ($p < 0,05$). MD: média. CV: Coeficiente de variação.

Tabela 2. Comprimento radicular (CPR) e de parte aérea (CPA) de plântulas, massa seca parte radicular (MSR) e parte aérea (MSPA) de *Carthamus tinctorius* L. armazenadas em diferentes condições de conservação em câmara fria (CF) e em laboratório (LB) e períodos.

Períodos (meses)	Ambientes de conservação					
	CF	LB	MD	CF	LB	MD
	CPR(cm)			CPA (cm)		
0	6,5 ^{ns}	6,5	6,5 a	2,4 ^{ns}	2,4	2,4 a
4	6,3	6,1	6,2 a	2,4	2,3	2,4 a
8	6,1	5,9	6,0 a	2,4	2,3	2,4 a
12	6,0	5,4	5,7 b	2,1	1,9	2,0 b
MD	6,2 A	6,0 A		2,3 A	2,2 A	
CV(%)	15,52			17,78		
	MSR (mg pl ⁻¹)			MSPA (mg pl ⁻¹)		
0	2,6 ^{ns}	2,7	2,6 a	8,1 Aa*	8,0 Aa	8,0
4	2,2	2,2	2,2 b	7,8 Aa	7,6 Ab	7,7
8	2,1	1,9	2,0 b	7,4 Ab	7,2 Ab	7,3
12	2,0	1,6	1,8 b	7,1 Ab	6,7 Bc	6,9
MD	2,2 A	2,1 A		7,6	7,4	
CV(%)	15,43			5,89		

* interação significativa e ^{ns} interação não significativa dos fatores. Teste de médias não seguidas pela mesma letra, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, diferem pelo teste Tukey ($p < 0,05$). MD: média. CV: Coeficiente de variação.

Tabela 3. Sementes totais infestadas (SIT), *Aspergillus* spp. (ASP), *Botrytis* spp. (BOT), *Fusarium* spp. (FUS), *Penicillium* spp. (PEN) e *Sclerotinia* spp. (SCL) de sementes de *Carthamus tinctorius* L. armazenadas em diferentes condições de conservação em câmara fria (CF) e em laboratório (LB) e períodos.

Períodos (meses)	Ambientes de conservação					
	CF		LB		MD	
	SIT (%)			ASP (%)		
0	40 Ab*	40 Ac	40	66 Aa*	56 Bb	61
4	43 Bb	54 Ab	50	68 Aa	68 Aa	68
8	49 Ba	57 Ab	52	53 Bb	66 Aa	59
12	49 Ba	61 Aa	55	64 Aa	53 Bb	58
MD	45	53	63	61		
CV(%)	7,56		5,07			
	BOT (%)			FUS (%)		
0	4 ^{ns}	3	4 c	4 Aa*	6 Ab	5
4	10	10	10 b	2 Bb	9 Ab	6
8	13	16	15 a	5 Aa	6 Ab	5
12	19	16	18 a	7 Ba	18 Aa	12
MD	12 A	11 A	4	10		
CV(%)	23,46		12,53			
	PEN (%)			SCL (%)		
0	10 ^{ns}	22	16 a	16 ^{ns}	12	14 a
4	4	5	5 b	15	8	12 a
8	18	8	13 a	11	4	8 b
12	8	8	8 b	3	5	4 b
MD	10 A	11 A	11 A	7 B		
CV(%)	28,70		26,19			

* interação significativa e ^{ns} interação não significativa dos fatores. Teste de médias não seguidas pela mesma letra, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, diferem pelo teste Tukey ($p < 0,05$). MD: média. CV: Coeficiente de variação.

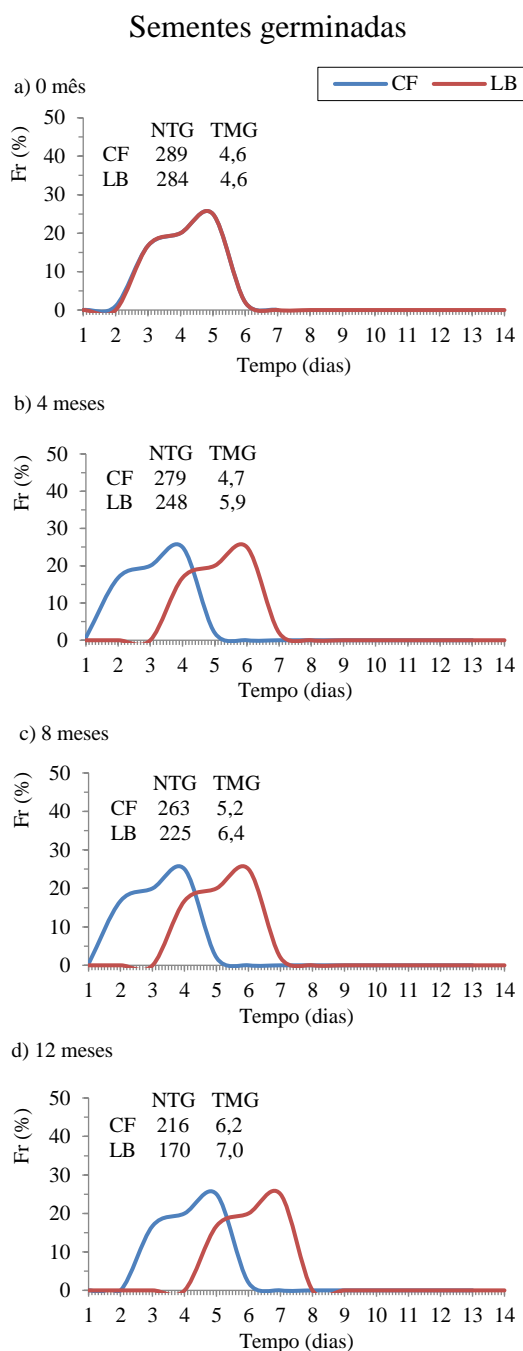


Figura 1. Frequências relativas (Fr; %) de germinação de sementes de *Carthamus tinctorius* L. armazenadas em diferentes condições de conservação em câmara fria (CF) e em laboratório (LB) e períodos. NTG: número total de sementes germinadas (unidades), TMG: tempo médio de germinação (dias).

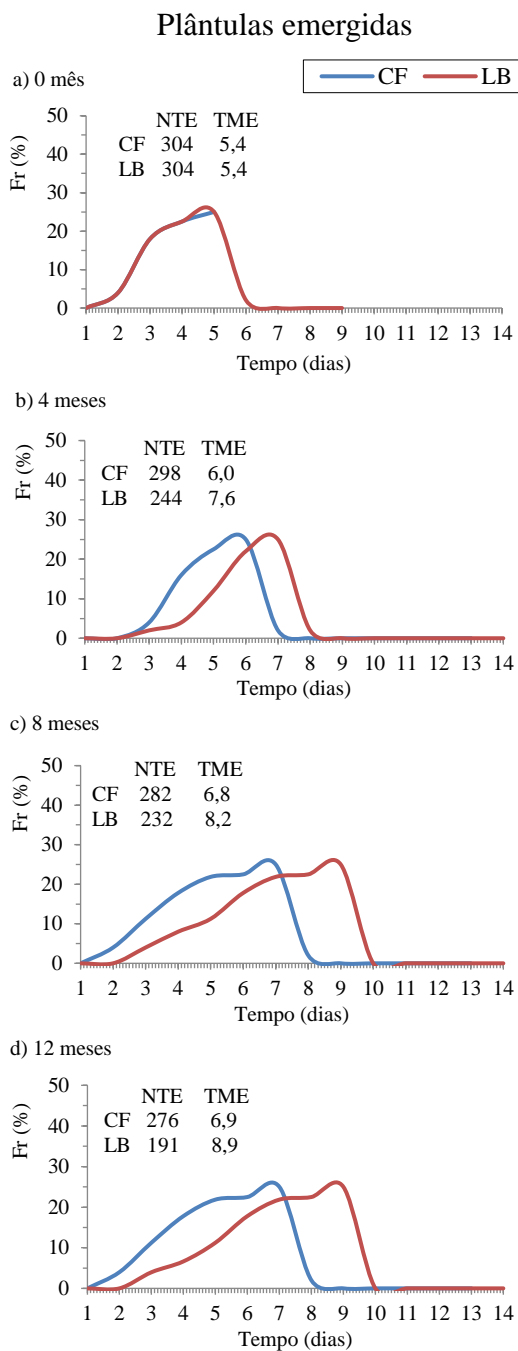


Figura 2. Frequências relativas (Fr; %) de de emergência de plântulas de *Carthamus tinctorius* L. armazenadas em diferentes condições de conservação em câmara fria (CF) e em laboratório (LB) e períodos. NTE: número total de plântulas emergidas (unidades), TME: tempo médio de emergência (dias).