

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

Janine Farias Menegaes

**TESE DE DOUTORADO**

**QUALIDADE FISIOLÓGICA E SANITÁRIA DE SEMENTES DE  
*Carthamus tinctorius* L. (ASTERACEAE) SUBMETIDAS À  
TERMOTERAPIA E AO ARMAZENAMENTO E PRODUÇÃO DE  
HASTES FLORAIS E SUA CONSERVAÇÃO EM PÓS-COLHEITA**

Santa Maria, RS, Brasil  
2019

Janine Farias Menegaes

**QUALIDADE FISIOLÓGICA E SANITÁRIA DE SEMENTES DE *Carthamus tinctorius* L. (ASTERACEAE) SUBMETIDAS À TERMOTERAPIA E AO ARMAZENAMENTO E PRODUÇÃO DE HASTES FLORAIS E SUA CONSERVAÇÃO EM PÓS-COLHEITA**

Tese apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Doutora em Agronomia**.

Orientador: Ubirajara Russi Nunes

Santa Maria, RS, Brasil  
2019

Menegaes, Janine Farias  
Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de  
Carthamus tinctorius L. (Asteraceae) submetidas à  
termoterapia e ao armazenamento e produção de hastes  
florais e sua conservação em pós-colheita / Janine Farias  
Menegaes.- 2019.  
150 f.; 30 cm

Orientador: Ubirajara Russi Nunes  
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa  
Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós  
Graduação em Agronomia, RS, 2019

1. Floricultura 2. Termoterapia 3. Tratamento de  
sementes 4. Sementes oleaginosas 5. Patologia de  
sementes I. Nunes, Ubirajara Russi II. Título.

Sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFSM. Dados fornecidos pelo autor(a). Sob supervisão da Direção da Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central. Bibliotecária responsável Paula Schoenfeldt Patta CRB 10/1728.

---

© 2019

Todos os direitos autorais reservados a Janine Farias Menegaes. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

e-mail: janine\_rs@hotmail.com

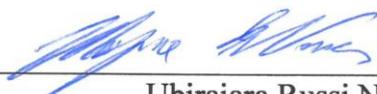
---

Janine Farias Menegaes

**QUALIDADE FISIOLÓGICA E SANITÁRIA DE SEMENTES DE *Carthamus tinctorius* L. (ASTERACEAE) SUBMETIDAS À TERMOTERAPIA E AO ARMAZENAMENTO E PRODUÇÃO DE HASTES FLORAIS E SUA CONSERVAÇÃO EM PÓS-COLHEITA**

Tese apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Doutora em Agronomia**.

Aprovado em 22 de fevereiro de 2019:



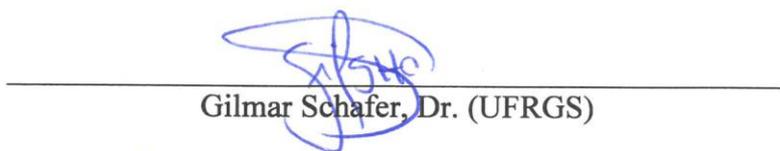
Ubirajara Russi Nunes, Dr.  
(Presidente/Orientador)



Fernanda Alice Antonello Londero Backes, Dra. (UFSM)



Juçara Terezinha Paranhos, Dra. (UFSM)



Gilmar Schafer, Dr. (UFRGS)



Carla Medianeira Bertagnolli, Dra. (IFF)

Santa Maria, RS, Brasil  
2019

*“... Quem cultiva a semente do amor  
Segue em frente e não se apavora  
Se na vida encontrar dissabor  
Vai saber esperar a sua hora*

*Às vezes a felicidade demora a chegar  
Aí é que a gente não pode deixar de sonhar  
Guerreiro não foge da luta e não pode correr  
Ninguém vai poder atrasar quem nasceu pra vencer*

*É dia de sol, mas o tempo pode fechar  
A chuva só vem quando tem que molhar  
Na vida é preciso aprender  
Se colhe o bem que plantar  
É Deus quem aponta a estrela que tem que brilhar*

*Erga essa cabeça, mete o pé e vai na fé  
Manda essa tristeza embora  
Basta acreditar que um novo dia vai raiar  
Sua hora vai chegar ...”*

Assis, Rodrigues e Bernini

## AGRADECIMENTOS

Para viabilizar este trabalho algumas pessoas e organizações, foram de fundamental importância, aos quais singelamente agradeço:

A Coordenação e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Santa Maria pela oportunidade de crescimento pessoal, profissional e acadêmico;

A CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pelo incentivo e financiamento parcial deste trabalho;

Ao professor Rogério Antônio Bellé que contribuiu diretamente na construção do meu conhecimento técnico-prático, me instigando a crescer diariamente, bem como, o seu auxílio e colaboração durante o transcorrer deste trabalho;

A professora Fernanda Alice Antonello Londero Backes que sempre me incentivou a trabalhar no tripé ensino-pesquisa-extensão e, acreditou na minha capacidade;

Aos professores Marlove Fátima Brião Muniz e Sidinei José Lopes, por integrar o meu comitê de orientação, bem como, o auxílio e colaboração durante o transcorrer deste trabalho;

Aos professores Gilmar Schafer, Carla Medianeira Bertagnolli, Juçara Terezinha Paranhos, Marcos Paulo Ludwig e Natalia Teixeira Schwab, por aceitar participar e contribuir como membros efetivos e/ou suplentes, tanto do exame de qualificação como da avaliação final desta tese, meus cordiais cumprimentos e respeito aos senhores;

Ao professor Ubirajara Russi Nunes por possibilitar o meu aprimoramento na produção e pesquisa com sementes e flores, pela orientação, incentivo, apoio e, principalmente, pela amizade. Fazendo do Laboratório Didático e de Pesquisas em Sementes um local de pesquisa e trabalho com muita parceria e amizade, aos meus colegas de laboratório, minha saudação especial;

Aos meus pais João Pedro Menegaes e Nelcinda Farias Menegaes que sempre me incentivaram a realizar meus sonhos, independentemente, do seu tamanho. Bem como, aos meus irmãos de sangue e de coração pelo apoio incondicional na torcida do meu êxito;

Aos meus familiares, colegas, amigos e de mais professores, impossível cita-los nominalmente, grata pelo companheirismo e amizade em todas as horas e, pelo incentivo direto e indireto;

Por fim, agradeço verdadeiramente a esta força divina, *Deus*, que me permite acordar, cultivar flores e seguir em frente diariamente.

**A todos meus sinceros agradecimentos e votos de felicidades.**

## RESUMO

### QUALIDADE FISIOLÓGICA E SANITÁRIA DE SEMENTES DE *Carthamus tinctorius* L. (ASTERACEAE) SUBMETIDAS À TERMOTERAPIA E AO ARMAZENAMENTO E PRODUÇÃO DE HASTES FLORAIS E SUA CONSERVAÇÃO EM PÓS-COLHEITA

AUTORA: Janine Farias Menegaes  
ORIENTADOR: Ubirajara Russi Nunes

*Carthamus tinctorius* L. (cártamo), pertencente à família Asteraceae e originário da Ásia, é uma planta anual e rústica, com múltiplos propósitos de uso desde culinário, farmacêutico, oleífero a ornamental. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade fisiológica e sanitária de sementes de cártamo submetidas à termoterapia e ao armazenamento e, a produção de hastes florais e sua conservação em pós-colheita. No período de 2016 a 2018, foram conduzidos vários experimentos que estão apresentados neste trabalho na forma de seis capítulos. Os experimentos foram realizados no Laboratório Didático e de Pesquisa em Sementes, no Laboratório Biometria e no Setor de Floricultura do Departamento de Fitotecnia, contemplando desde a adequação de tratamentos ao armazenamento de sementes e, o cultivo e a pós-colheita das hastes florais. Nos capítulos I e II foi avaliada a qualidade fisiológica e sanitária das sementes pela adequação da metodologia de termoterapia via calor úmido e seco, respectivamente, como tratamento de sementes. Observou-se que os tratamentos de 45° C 15 min<sup>-1</sup> e de 45° C 24 h<sup>-1</sup> foram eficientes na redução dos patógenos sobre as sementes, propiciando melhoria no potencial germinativo e na emergência no campo. No capítulo III avaliou-se a qualidade fisiológica e sanitária das sementes submetidas a diferentes tratamentos de sementes termoterápicos, químicos, biológico e extratos vegetais. Verificou-se que todos os tratamentos promoveram um incremento na germinação e na emergência no campo, ao mesmo tempo, que estes foram eficientes no controle da infestação dos patógenos sobre as sementes. No capítulo IV avaliou-se por 12 meses o armazenamento das sementes tratadas por termoterapia. Observou-se que a qualidade dessas sementes não foi mantida, apresentando um declínio nas percentagens de germinação e emergência no campo, a partir de quatro meses de armazenamento. No capítulo V avaliou-se a cultivo de hastes florais tratadas por termoterapia e semeadas em diferentes épocas. Verificou-se que os tratamentos de sementes por termoterapia foram benéficos para o estabelecimento inicial das plântulas no campo. E, que o desenvolvimento e a duração do ciclo de cultivo das hastes florais foram diferentes para todas as épocas de semeadura, com manutenção das características ornamentais e a qualidade das hastes florais. No capítulo VI avaliou-se a qualidade e a durabilidade em pós-colheita das hastes florais frescas colhidas em diferentes épocas e submetidas a diferentes soluções conservantes. Observou-se que as hastes florais apresentaram vida de vaso em média de nove dias e que o uso dos conservantes não foi benéfico à conservação em pós-colheita. Conclui-se, de maneira, geral, que a adequação da metodologia dos tratamentos termoterápicos via calor úmido e seco, confirma uma alternativa para o tratamento de sementes, permitindo adequado estabelecimento inicial do estande de plantas. Obtendo a viabilidade de cultivo de hastes florais em todas as estações do ano, com características ornamentais típicas, e durabilidade média de nove dias conforme a forma de conservação.

**Palavras-chave:** Cártamo. Hastes florais. Patologia de sementes. Pós-colheita de hastes florais. Tratamento de sementes.

## ABSTRACT

### **PHYSIOLOGICAL AND SANITARY QUALITY OF SEEDS OF *Carthamus tinctorius* L. (ASTERACEAE) SUBMITTED TO THERMOTHERAPY AND STORAGE AND PRODUCTION OF FLORA STEMS AND THEIR POST-HARVEST CONSERVATION**

AUTHR: Janine Farias Menegaes  
ADVISOR: Ubirajara Russi Nunes

*Carthamus tinctorius* L. (safflower), belonging to the family Asteraceae and originating in Asia, is an annual and rustic plant with multiple purposes for use from culinary, pharmaceutical, oleiferous to ornamental. Thus, the objective of this work was to evaluate the physiological and sanitary quality of safflower seeds submitted to thermotherapy and storage, and the production of floral stems and their post-harvest conservation. In the period from 2016 to 2018, several experiments were conducted that are presented in this work in the form of six chapters. The experiments were carried out in the Didactic and Seed Research Laboratory, in the Biometry Laboratory and in the Floriculture Sector of the Phytotechnology Department, ranging from the adequacy of treatments to seed storage and the cultivation and post-harvesting of floral stems. In Chapters I and II the physiological and sanitary quality of the seeds was evaluated by the suitability of the thermotherapy methodology through wet and dry heat, respectively, as seed treatment. It was observed that the treatments of 45° C 15 min<sup>-1</sup> and 45° C 24 h<sup>-1</sup> were efficient in the reduction of the pathogens on the seeds, propitiating improvement in the germinative potential and in the emergency in the field. In Chapter III the physiological and sanitary quality of the seeds submitted to different treatments of thermotherapeutic seeds, chemical, biological and vegetal extracts were evaluated. It was verified that all the treatments promoted an increase in the germination and the emergence in the field, at the same time, that these were efficient in the control of the infestation of the pathogens on the seeds. In chapter IV the storage of seeds treated by thermotherapy was evaluated for 12 months. It was observed that the quality of these seeds was not maintained, presenting a decline in the percentages of germination and emergence in the field, from four months of storage. Chapter V evaluated the cultivation of flower stems treated by thermotherapy and sown at different times. It was verified that the treatments of seeds by thermotherapy were beneficial for the initial establishment of the seedlings in the field. And, that the development and the duration of the cycle of cultivation of the floral stems were different for all the times of sowing, with maintenance of the ornamental characteristics and the quality of the floral stems. Chapter VI evaluated the post-harvest quality and durability of fresh flower stems harvested at different times and submitted to different preservative solutions. It was observed that the floral stems had vessel life in average of nine days and that the use of the preservatives was not beneficial to the post-harvest conservation. In general, it is concluded that the adequacy of the methodology of thermotherapeutic treatments via wet and dry heat, confirms an alternative for the treatment of seeds, allowing an adequate initial establishment of the plant stand. With the feasibility of cultivating flower stems in all seasons of the year, with typical ornamental characteristics, average durability of nine days according to the conservation form.

**Keywords:** Safflower. Floral stems. Pathology of seeds. Post-harvesting of flower stems. Treatment of seeds.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 - Sementes oleaginosas destinadas à produção de biodiesel em nível mundial e potencial produtivo. ....	28
Tabela 3.1 - Estimativa do contraste entre a testemunha e as combinações de temperatura e tempo, e comparação de médias das combinações para qualidade física dos diásporos e fisiológica das sementes e das plântulas de <i>Carthamus tinctorius</i> L. submetido à termoterapia via calor úmido. ....	51
Tabela 3.2- Estimativa do contraste entre a testemunha e as combinações de temperatura e tempo, e comparação de médias das combinações para a qualidade sanitária dos diásporos de <i>Carthamus tinctorius</i> L. submetido à termoterapia via calor úmido. ....	55
Tabela 3.3- Coeficientes de correlação linear de Pearson entre os diásporos infestados totais no teste de sanidade e as germinações aos quatro e 14 DAS (dias após a semeadura), emergência no campo e sementes mortas no teste de germinação de <i>Carthamus tinctorius</i> L. submetidas à termoterapia via calor úmido. ....	57
Tabela 4.1 - Estimativa do contraste entre a testemunha e as combinações de temperatura e tempo, e comparação de médias das combinações para qualidade física dos diásporos e fisiológica das sementes e das plântulas de <i>Carthamus tinctorius</i> L. submetido à termoterapia via calor seco. ....	68
Tabela 4.2 - Estimativa do contraste entre a testemunha e as combinações de temperatura e tempo, e comparação de médias das combinações para teste de sanidade dos diásporos de <i>Carthamus tinctorius</i> L. submetido à termoterapia via calor seco. ....	72
Tabela 4.3 - Coeficientes de correlação linear de Pearson entre as sementes infestadas totais no teste de sanidade e a primeira contagem e germinação de plântulas normais, emergência no campo e sementes mortas no teste de germinação de <i>Carthamus tinctorius</i> L. submetidas à termoterapia via calor seco. ....	73
Tabela 5.1 - Germinação aos quatro e 14 DAS (dias após a semeadura), emergência de plântulas no campo e diásporos infestados totais de <i>Carthamus tinctorius</i> L. submetido a diferentes tratamentos de sementes. ....	86
Tabela 5.2 - <i>Aspergillus</i> spp. (ASP), <i>Botrytis</i> spp. (BOT), <i>Fusarium</i> spp. (FUS), <i>Nigrospora</i> spp. (NIG), <i>Penicillium</i> spp. (PEN), <i>Rhizopus</i> spp. (RIZ) e <i>Sclerotinia</i> spp. (SCL) incidentes em diásporos e plântulas anormais (PAN), sementes mortas (SEM), índice de velocidade de germinação (IVG) e de emergência (IVE), comprimento radicular (CPR) e da parte aérea (CPA) de plântulas, massa seca radicular (MSR) e da parte aérea (MSPA) de plântulas de <i>Carthamus tinctorius</i> L. submetido a diferentes tratamentos de sementes. ....	89
Tabela 5.3 - Índice de incremento de germinação (II.GER) e de emergência no campo (II.ECP) e índice de controle de diásporos infestados totais (IC.DIT) de <i>Carthamus tinctorius</i> L. submetido a diferentes tratamentos de sementes. ....	91
Tabela 6.1 - <i>Carthamus tinctorius</i> L. interação significativa entre períodos de armazenamento e tratamentos de sementes para massa de mil diásporos (MMD), condutividade elétrica massal (CEM), germinação aos quatro e 14 DAS (dias após a semeadura) (GER), índice de velocidade de germinação (IVG), emergência no campo (ECP) e índice de velocidade de emergência (IVE). ....	102
Tabela 6.2 - <i>Carthamus tinctorius</i> L. interação significativa entre tipos de embalagens e tratamentos de sementes para grau de umidade dos diásporos (GRU), comprimento total de plântulas (CPT), massa seca total de plântula (MST),	

	diásporos totais infestadas (DIT), <i>Aspergillus</i> spp. (ASP), <i>Botrytis</i> spp. (BOT), <i>Fusarium</i> spp. (FUS) e <i>Penicillium</i> spp. (PEN).....	104
Tabela 7.1-	Emergência das plântulas, índice de velocidade de emergência (IVE), tempo médio de emergência (TME) e velocidade média de emergência (VME) de <i>Carthamus tinctorius</i> L. nos canteiros para formação do estande de planta inicial.....	117
Tabela 7.2 -	Soma térmica total, filocrono e antocrono e colheita das hastes florais de <i>Carthamus tinctorius</i> L. em função das diferentes épocas de semeadura.....	120
Tabela 7.3 -	Biometria da haste floral e das inflorescências de <i>Carthamus tinctorius</i> L. em função do tratamento de sementes e época de semeadura.....	122
Tabela 8.1 -	Massa fresca inicial e após 24 h da colheita da haste floral, diâmetros médios das inflorescências e da haste floral, vida de vaso comercial e absorção acumulada das soluções conservantes das hastes florais de <i>Carthamus tinctorius</i> L. colhidas em diferentes épocas e submetidas às diferentes soluções conservantes. ....	138

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 2.1 - Ilustrações botânicas, aspectos morfológicos e estádios fenológicos do *Carthamus tinctorius* L. ....21
- Figura 2.2 - Ilustração para avaliação dos parâmetros biométrico da haste floral de *Carthamus tinctorius* L. (A); haste floral padronizadas com 60 cm (B) e com três inflorescências (C); maço com 10 hastes (D); hastes florais frescas (E); hastes florais secas (F) e diferentes usos das hastes florais (G)..... 25
- Figura 7.1 - Estádios fenológicos do *Carthamus tinctorius* L. adaptado de Flemmer, Franchini e Lindström (2015), Rivas e Matarazzo (2009) e Rocha (2005) até a floração. a; a.1: emergência; b; b.1: alongação; c: diferenciação da inflorescência central; d: início da ramificação; d.1: ramificação das inflorescências laterais; e: floração; f: ponto de colheita das hastes; g: plena floração; h: final da floração de colheita, i: hastes florais secas..... 113
- Figura 7.2 - *Carthamus tinctorius* L. A - Ilustração para avaliação dos parâmetros biométricos da haste floral. B - Estádios de floração adaptado de Rocha (2005), aparecimento da cor das lígulas no botão (a), aparecimento dos estames visíveis (b), estames e lígulas parcialmente expostos (c), pleno florescimento (d), fim do florescimento (e) e senescência da inflorescência (f). .... 114
- Figura 7.3 - Variáveis meteorológicas durante o cultivo de *Carthamus tinctorius* L. nas diferentes épocas e sementeira na primavera, verão, outono e inverno de 2016/2017, em Santa Maria. Médias mensais de temperatura máxima e mínima do ar ( $^{\circ}$  C; a), precipitação (mm; b); radiação solar ( $\text{MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ ; c) e velocidade do vento ( $\text{m s}^{-1}$ ; d). .... 116
- Figura 7.4 - Dias após a sementeira (DAS; a) e soma térmica acumulada ( $^{\circ}$  C dia; b) em função dos tratamentos de sementes e épocas de sementeira para cada estágio fenológico de *Carthamus tinctorius* L. adaptado da escala de Flemmer, Franchini e Lindström (2015), Rivas e Matarazzo (2009) e Rocha (2005) cultivado em Santa Maria, RS. .... 120
- Figura 8.1 - *Carthamus tinctorius* L. Ilustração para avaliação dos parâmetros biométrico da haste floral (a), haste floral padronizadas com 60 cm (b) e com três inflorescências (c), maço com 10 hastes (d). Estádios de floração adaptado de Rocha (2005), aparecimento da cor das lígulas (e), aparecimento dos estames visíveis (f), estames e lígulas parcialmente expostos (g), pleno florescimento (h), fim do florescimento (i) e senescência na inflorescência (j). .... 134
- Figura 8.2 - Médias progressivas das notas de qualidade, das absorções das soluções conservantes e das desidratações das hastes florais de *Carthamus tinctorius* L. em pós-colheita, avaliadas aos 3, 6, 9, 12, 15, 18 e 21 dias do início do processo de pós-colheita (DPC)..... 139
- Figura 8.3 - Qualidade comercial final das hastes florais de *Carthamus tinctorius* L. conservadas em pós-colheita em diferentes soluções. .... 142

## LISTA DE QUADRO

Quadro 8.1 - Escala de notas para avaliação da longevidade das hastes florais de <i>Carthamus tinctorius</i> L. em pós-colheita.....	136
--	-----

## LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 5.1 - Índice de incremento de germinação: $II.GER = ((GER_{ts} - GER_t) * 100)$ .....	84
Equação 5.2 - Índice de incremento de emergência de plântulas no campo: $II.ECP = ((ECP_{ts} - ECP_t) * 100)$ .....	85
Equação 5.3 - Índice de controle de diásporos infestados totais: $IC.DIT = ((DIT_t - DIT_{ts}) * 100)$ .....	85
Equação 7.1: Área folhar total: $AF = \sum_1^n (L \times C) \times k$ .....	115
Equação 7.2 - Soma térmica acumulada: $STa = \sum_1^n ((T_{max} + T_{min}) / 2) - Tb$ .....	115
Equação 8.1 - Massa fresca relativa: $MFR_{(\%)} = (M_t \times 100) / M_{t=0}$ .....	135
Equação 8.2 - Absorção de solução conservante: $ASC (ml \text{ dia}^{-1} \text{ g}^{-1} \text{ de massa fresca}) = (V_{t-1} - V_t) / M_{t=24h}$ .....	136

## LISTA DE ABREVIACÕES

- \* - interação significativa dos fatores
- <sup>ns</sup> - interação não significativa dos fatores
- AFL - área folhar
- ANT - antocrono
- ASC - absorção acumulada das soluções conservantes
- ASC12 - absorção de solução conservante 12 dias em pós-colheita
- ASC15 - absorção de solução conservante 15 dias em pós-colheita
- ASC18 - absorção de solução conservante 18 dias em pós-colheita
- ASC21 - absorção de solução conservante 21 dias em pós-colheita
- ASC3 - absorção de solução conservante 3 dias em pós-colheita
- ASC6 - absorção de solução conservante 6 dias em pós-colheita
- ASC9 - absorção de solução conservante 9 dias em pós-colheita
- ASP - *Aspergillus* spp.
- BOT - *Botrytis* spp.
- C1I - comprimento da inflorescência da 1<sup>a</sup>. Inflorescência
- C2I - comprimento da inflorescência da 2<sup>a</sup>. Inflorescência
- CEM - condutividade elétrica massal
- CHF - comprimento da haste floral
- CIC - comprimento da inflorescência central
- CPA - comprimento da parte aérea de plântula
- CPR - comprimento radicular de plântula
- CRHF - comprimento do ramo da haste floral
- CRR - comprimento radicular
- CV - coeficiente de variação
- D1I - diâmetro da 1<sup>a</sup>. Inflorescência
- D2I - diâmetro da 2<sup>a</sup>. Inflorescência
- DAS - dias após a semeadura
- DH1 - diâmetro da haste da 1<sup>a</sup>. Inflorescência
- DH2 - diâmetro da haste da 2<sup>a</sup>. Inflorescência
- DHC - diâmetro da haste central
- DHF - diâmetro haste floral
- DIC - diâmetro da inflorescência central
- DIN - diâmetros médios das inflorescências
- ECP - emergência no campo
- EMI - emergência inicial
- FIL - filocrono
- FUS - *Fusarium* spp.
- GER04 - germinação aos quatro DAS (dias após a semeadura)
- GER14 - germinação aos 14 DAS
- GRU - grau de umidade dos diásporos
- IC.SIT - índice de controle de sementes infestadas totais
- II.ECP - índice de incremento de emergência no campo
- II.GER - índice de incremento de germinação
- IVE - índice de velocidade de emergência
- IVG - índice de velocidade de germinação
- MF24 - massa fresca após 24 h da colheita da haste floral
- MFHF - massa fresca da haste floral

MFI - massa fresca inicial  
MMD - massa de mil diásporos  
MPA - massa seca da parte aérea de plântula  
MPR - massa seca radicular de plântula  
MSHF - massa seca da haste floral  
NFHF - número de folhas haste floral  
NFR - número de folhas por ramo  
NIG - *Nigrospora* spp.  
NQ12 - nota de qualidade das hastes florais após 12 em pós-colheita  
NQ15 - nota de qualidade das hastes florais após 15 dias em pós-colheita  
NQ18 - nota de qualidade das hastes florais após 18 dias em pós-colheita  
NQ21 - nota de qualidade das hastes florais após 21 dias em pós-colheita  
NQ3 - nota de qualidade das hastes florais após 3 dias em pós-colheita  
NQ6 - nota de qualidade das hastes florais após 6 dias em pós-colheita  
NQ9 - nota de qualidade das hastes florais após 9 dias em pós-colheita  
NT - níveis de temperaturas  
PAN - plântulas anormais  
PD12 - desidratação das hastes florais após 12 dias em pós-colheita  
PD15 - desidratação das hastes florais após 15 dias em pós-colheita  
PD18 - desidratação das hastes florais após 18 dias em pós-colheita  
PD21 - desidratação das hastes florais após 21 dias em pós-colheita  
PD3 - desidratação das hastes florais após 3 dias em pós-colheita  
PD6 - desidratação das hastes florais após 6 dias em pós-colheita  
PD9 - desidratação das hastes florais após 9 dias em pós-colheita  
PEN - *Penicillium* spp.  
PT - períodos de tempo  
RIZ - *Rhizopus* spp.  
SCL - *Sclerotinia* spp.  
SEM - sementes mortas  
SIT - sementes infestadas totais no teste de sanidade  
STT - soma térmica total  
TEMS - tratamento de semente com extrato vegetal macerado seco  
TEST- tratamento de semente controle (testemunha)  
TEVA - tratamento de semente com extrato vegetal aquoso  
TFCT - tratamento de semente químico com fungicida de contato  
TFSC - tratamento de semente químico com fungicida sistêmico e de contato  
TFST - tratamento de semente químico com fungicida sistêmico  
TME - tempo médio de emergência  
TRIC - tratamento de semente biológico com *Trichoderma harzianum*  
TTCS - tratamento de semente físico com termoterapia via calor seco  
TTCU - tratamento de semente físico com termoterapia via calor úmido  
VIDA- vida de vaso comercial  
VME - velocidade média de emergência

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO GERAL .....</b>	<b>17</b>
REFERÊNCIAS.....	19
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>20</b>
2.1 ASPECTOS BOTÂNICOS E ECOFISIOLOGIA.....	20
2.2 HASTES FLORAIS DE CÁRTAMO: ORNAMENTAL .....	24
2.3 SEMENTES DE CÁRTAMO: PRODUÇÃO E USOS DO ÓLEO .....	27
2.4 TRATAMENTO DE SEMENTES: TERMOTERAPIA.....	29
2.5 ARMAZENAMENTOS DE SEMENTES .....	31
2.6 CULTIVO DE HASTES FLORAIS A PARTIR DE SEMENTES.....	33
2.7 PÓS-COLHEITA DE HASTES FLORAIS.....	34
2.7.1 Soluções conservantes.....	35
2.7.2 Compostos conservantes .....	36
REFERÊNCIAS.....	38
<b>3 CAPÍTULO I - TERMOTERAPIA VIA CALOR ÚMIDO PARA O TRATAMENTO DE SEMENTES DE <i>Carthamus tinctorius</i> L. (ASTERACEAE) .....</b>	<b>46</b>
3.1 INTRODUÇÃO .....	47
3.2 MATERIAL E MÉTODOS .....	48
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	50
3.4 CONCLUSÃO .....	57
REFERÊNCIAS.....	58
APÊNDICE 3.A.....	61
APÊNDICE 3.B .....	62
<b>4 CAPÍTULO II - TERMOTERAPIA VIA CALOR SECO PARA O TRATAMENTO DE SEMENTES DE <i>Carthamus tinctorius</i> L. (ASTERACEAE) .....</b>	<b>63</b>
4.1 INTRODUÇÃO .....	64
4.2 MATERIAL E MÉTODOS .....	65
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	67
4.4 CONCLUSÃO .....	74
REFERÊNCIAS.....	74
APÊNDICE 4.A.....	77
APÊNDICE 4.B .....	78
<b>5 CAPÍTULO III - TRATAMENTOS DE SEMENTES PARA A CULTURA DO <i>Carthamus tinctorius</i> L. (ASTERACEAE) .....</b>	<b>79</b>
5.1 INTRODUÇÃO .....	80
5.2 MATERIAL E MÉTODOS .....	81
5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	85
5.4 CONCLUSÃO .....	92
REFERÊNCIAS.....	92
APÊNDICE 5.A.....	96
<b>6 CAPÍTULO IV - QUALIDADE DAS SEMENTES DE <i>Carthamus tinctorius</i> L. (ASTERACEAE) TRATADAS POR TERMOTERAPIA DURANTE O ARMAZENAMENTO EM DIFERENTES EMBALAGENS .....</b>	<b>97</b>

6.1 INTRODUÇÃO.....	98
6.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	99
6.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	101
6.4 CONCLUSÃO.....	106
REFERÊNCIAS .....	106
APÊNDICE 6.A .....	109
<b>7 CAPÍTULO V - CULTIVO DE HASTES FLORAIS DE <i>Carthamus tinctorius</i> L. (ASTERACEAE) A PARTIR DE SEMENTES TRATADAS POR TERMOTERAPIA.....</b>	<b>110</b>
7.1 INTRODUÇÃO.....	111
7.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	112
7.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	116
7.4 CONCLUSÃO.....	125
REFERÊNCIAS .....	125
ANEXO 7.A .....	129
APÊNDICE 7.A .....	130
<b>8 CAPÍTULO VI - PÓS-COLHEITA DE HASTES FLORAIS DE <i>Carthamus tinctorius</i> L. (ASTERACEAE) COLHIDAS EM DIFERENTES ÉPOCAS E SOLUÇÕES CONSERVANTES.....</b>	<b>131</b>
8.1 INTRODUÇÃO.....	132
8.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	133
8.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	137
8.4 CONCLUSÃO.....	143
REFERÊNCIAS .....	144
ANEXO 8.A .....	146
APÊNDICE 8.A .....	147
APÊNDICE 8.B.....	148
<b>9 CONSIDERAÇÕES GERAIS .....</b>	<b>149</b>

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

*Carthamus tinctorius* L., pertencente à família Asteraceae e originário da Ásia, é popularmente conhecida como cártamo, açafão-bastardo, alazor, kusum, honghua, saflor e safflower, entre outras. O nome “Carthamus” deriva do hebraico “Kartami”, que significa tingir, em referência ao corante vermelho, laranja e amarelo extraído de suas flores secas, que é basicamente constituído por cartamina e seus derivados, utilizados como corante natural (CORONADO, 2010; OELKE et al., 1992).

Considerada uma das mais antigas produções agrícolas, há registros de cultivo de cártamo que datam 4.500 a. C.<sup>1</sup>, no Egito - suas hastes florais eram utilizadas em cerimônias religiosas e, o corante extraído de suas pétalas no processo de mumificação devido à propriedade conservante. Cultivado para diversos fins, desde corante alimentício, artesanal, cosmético e têxtil, extração de óleo alimentar, medicinal e biodiesel, arraçamento animal e hastes florais para ornamentação (EKIN, 2005; EMONGOR; OAGILE, 2017; FAOSTAT, 2017).

No Oriente, as hastes florais são ofertadas em ritos religiosos à Deusa da longevidade, riqueza e prosperidade, devido à utilização do chá da planta, em virtude de suas propriedades medicinais tratarem os sistemas cardíaco, nervoso e estomacal. Em relação à produção de sementes, os países asiáticos são responsáveis por 51,5% da produção mundial, destinada para a extração de óleo (medicinal e biodiesel), com destaque para a Índia, que possui o principal centro de pesquisa desta espécie, além de institutos e banco nacional de germoplasma (DAJUE; MUNDEL, 1996; FAOSTAT, 2017; SINGH; NIMBKAR, 2006).

Entre as culturas oleaginosas (sementes) em nível mundial destinada à produção de biodiesel (dados médios das safras de 2007 a 2012), o cártamo está classificado em oitava posição, com cultivo em mais de 60 países. Isto se dá pela boa adaptabilidade as diferentes condições climáticas da cultura, compreendendo uma área de aproximadamente um milhão de hectares e produtividade média de 882 kg ha<sup>-1</sup> (FAOSTAT, 2017; RAI; CHARAK; BHARAT, 2016).

As hastes florais apresentam caráter ornamental devido a sua beleza, rusticidade e versatilidade, sendo as mesmas utilizadas como flor cortada fresca ou seca, com durabilidade de pós-colheita de 15 dias e mais de dois meses, respectivamente. O cártamo é uma das 46

---

<sup>1</sup> a. C.: antes de Cristo

flores de corte mais comercializadas no leilão de flores da Holanda desde 1990 (MÜNDEL et al., 2004; UHER, 2008).

Apesar do destaque e do investimento internacional, o cultivo de cártamo no Brasil ainda é incipiente. Pesquisas iniciais de melhoramento indicam a espécie como alternativa de cultivo na entressafra, especialmente para a produção de sementes. Introduzido no sul do país, na década de 90, como planta ornamental, atualmente, a produção de suas hastes florais tem sido reduzida gradualmente, em virtude da grande incidência de fitopatógenos em todo ciclo produtivo (AMBORASANO, 2012; ARANTES, 2011; SANTOS; SILVA, 2015), necessitando de investimento econômico-científico para o aumento da produtividade de sementes, com qualidade fitossanitária.

O controle dos agentes patogênicos no ciclo de cultivo deve iniciar pela semente que contribuirá para uma adequada qualidade do estande de plantas, sobretudo, para a produção ornamental das hastes florais. O tratamento e o armazenamento de sementes, quando atrelados à época de semeadura e ao conjunto de fatores ambientais, poderão influenciar na incidência de fitopatógenos e na produtividade de hastes florais e de sementes, bem como, promover variações nas suas características ornamentais.

Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a qualidade fisiológica e sanitária de sementes de cártamo submetidas à termoterapia e ao armazenamento e, a produção de hastes florais e sua conservação em pós-colheita.

Portanto, para atender este objetivo, durante o período do Curso de Doutorado no Programa de Pós-Graduação em Agronomia, UFSM, entre os anos 2016-2018, foram desenvolvidos vários experimentos previstos no Projeto de Tese com esta cultura, os quais serão apresentados neste trabalho em forma de seis capítulos em sequência da revisão bibliográfica.

Os capítulos I e II contemplaram a adequação da metodologia termoterápica como tratamento de sementes, utilizando os métodos via calor úmido e seco. O capítulo III visou comparar os diferentes métodos de tratamentos de sementes para mensuração de sua qualidade filológica e sanitária. O capítulo IV teve como objetivo avaliar esta qualidade das sementes armazenadas. E, os capítulos V e VI contemplaram o cultivo e a pós-colheita das hastes florais.

## REFERÊNCIAS

- AMBROSANO, L. **Avaliação de plantas oleaginosas potenciais para cultivo de safrinha**. 2012. 82f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.
- AOSTAT. 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: 20 mar. 2018.
- ARANTES, A. M. **Cártamo (*Carthamus tinctorium* L.) produção de biomassa, grãos, óleo e avaliação nutritiva da silagem**. 2011. 46 f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal Sustentável) - Instituto de Zootecnia, Nova Odessa, 2011.
- CORONADO, L. M. **El cultivo del cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) en México**. Ciudad Obregon: SGI. 2010, 96p.
- DAJUE, L.; MÜNDEL, H. H. **Safflower - *Carthamus tinctorius* L.** Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 7. Rome: Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben/International Plant Genetic Resources Institute, 1996. 83p.
- EKIN, Z. Resurgence of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Utilization: A global view, **Journal of Agronomy**, v. 4, n. 2, p. 83-87, 2005.
- EMONGOR, V.; OAGILE, O. **Safflower production**. Botswana: The Regional Universities Forum for Capacity Building in Agriculture - RUFORUM. 2017. 67p.
- MÜNDEL, H. H. et al. **Safflower Production on the Canadian Prairies: revisited in 2004**. Alberta: Agriculture and Agri-Food Canada, Lethbridge Research Center, 2004, 43p.
- OELKE, E. A. et al. **Safflower**. Alternative Field Crops Manual, 1992. 8p.
- RAI, S. K.; CHARAK, D.; BHARAT, R. Scenario of oilseed crops across the globe. **Plant Archives**, v.16, n.1, p. 125-132, 2016.
- SANTOS, R. F.; SILVA, M. A. *Carthamus tinctorius* L.: Uma alternativa de cultivo para o Brasil. **Acta Iguazu**, Cascavel, v.4, n.1, p. 26-35, 2015.
- SINGH, V.; NIMBKAR, N. **Safflower (*Carthamus tinctorius* L.)** 2006. Chapter 6. p.165-194. In: SMITH, J. R. Safflowerbook. Champaign: AOCS Publishing, 2006. 606p.
- UHER, J. Safflower in European floriculture: a review. In: 7<sup>th</sup> INTERNATIONAL SAFFLOWER CONFERENCE, 2008, Wagga Wagga, Australia. **Anais...** Wagga Wagga, Australia. p.1-8, 2008.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 ASPECTOS BOTÂNICOS E ECOFISIOLOGIA

O *Carthamus tinctorius* L. (cártamo) da família Asteraceae, é uma planta oleaginosa, rústica, anual, herbácea, de 0,3 a 1,5 m de altura, com sistema radicular pivotante, hastes ramificadas de coloração branco-tomentosas (Figura 2.1 A). A planta possui folhas simples, inteiras, coriáceas, alternas e dentadas de coloração verde médio a escuro, com espinhos nas margens e no ápice e revestidas por um tomento branco na face interior. As inflorescências em capítulos terminais globosos isomórficos, com flores hermafroditas no centro e na periferia (língulas tubulares, estames possuem filamentos pilosos na parte mediana e anteras sagitadas na base). Brácteas involucras externas e receptáculo floral convexo com escamas densas, cada ramificação da haste produz de 1 a 5 capítulos solitários no ápice dos ramos nas colorações, creme, amarelo, laranja ou vermelho. Fruto seco do tipo cipsela (sincárpico, unilocular e monospérmico, originado de ovário ínfero) concrecido com a semente formando diásporo glabro tetragonal. Cada capítulo origina 15 a 30 diásporos, em que suas sementes possuem alto teor de óleo (30 a 40%), rico em vitamina C, betacaroteno, proteínas (~36%) e amido (~3%) como materiais de reserva (ABUD et al., 2010; CORONADO, 2010; EKIN, 2005; EMONGOR, 2010; MÜNDEL et al., 2004; OELKE et al., 1992; SOUZA; LORENZI, 2005).

Os diásporos (fruto e semente) são eurispérmicos, com formato irregular tendo o ápice achatado e base arredondada, apresentando dimensões médias de comprimento de 6,84 mm, largura de 4,21 mm e espessura de 3,37 mm, de coloração branca amarelada quando seca e acinzentada quando hidratada (Figura 2.1 B). No bordo apical apresentam uma estrutura denominada pappus, constituída de pelos de coloração branca, em torno de um milímetro. O hilo e a micrópila estão voltados para a mesma borda, em posições opostas na semente (ABUD et al., 2010; ROQUE; BAUTISTA, 2008).

A germinação do tipo epígea e a plântula e fanerocotiledonar (liberação dos cotilédones do tegumento da semente e conseqüente emergência), o processo germinativo inicia-se a partir do primeiro dia da sementeira, com a protrusão da radícula no ápice da semente, próximo à região da micrópila. As plântulas apresentam coloração branca e cilíndrica, com coifa pontiaguda, inicialmente, ocorre um expressivo crescimento da raiz axial e em seguida há exposição do hipocótilo, que é tenro, curto, cilíndrico e verde claro (Figura 2.1 C) (ABUD et al., 2010).

Figura 2.1 - Ilustrações botânicas, aspectos morfológicos e estádios fenológicos do *Carthamus tinctorius* L.

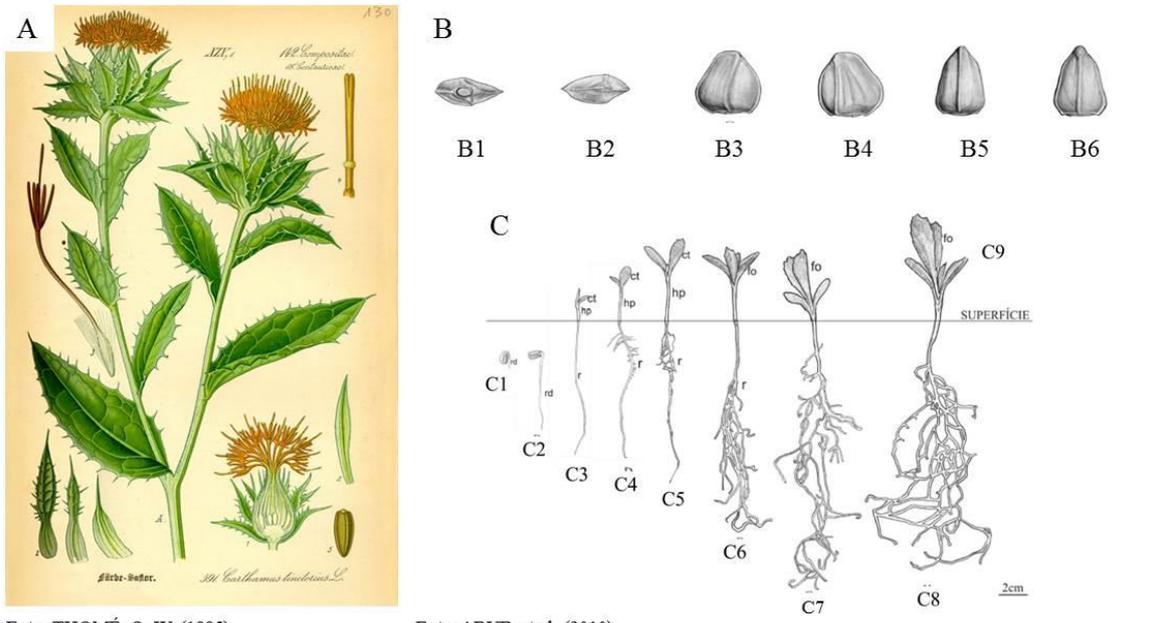


Foto: THOMÉ, O. W. (1885).

Foto: ABUD et al. (2010).

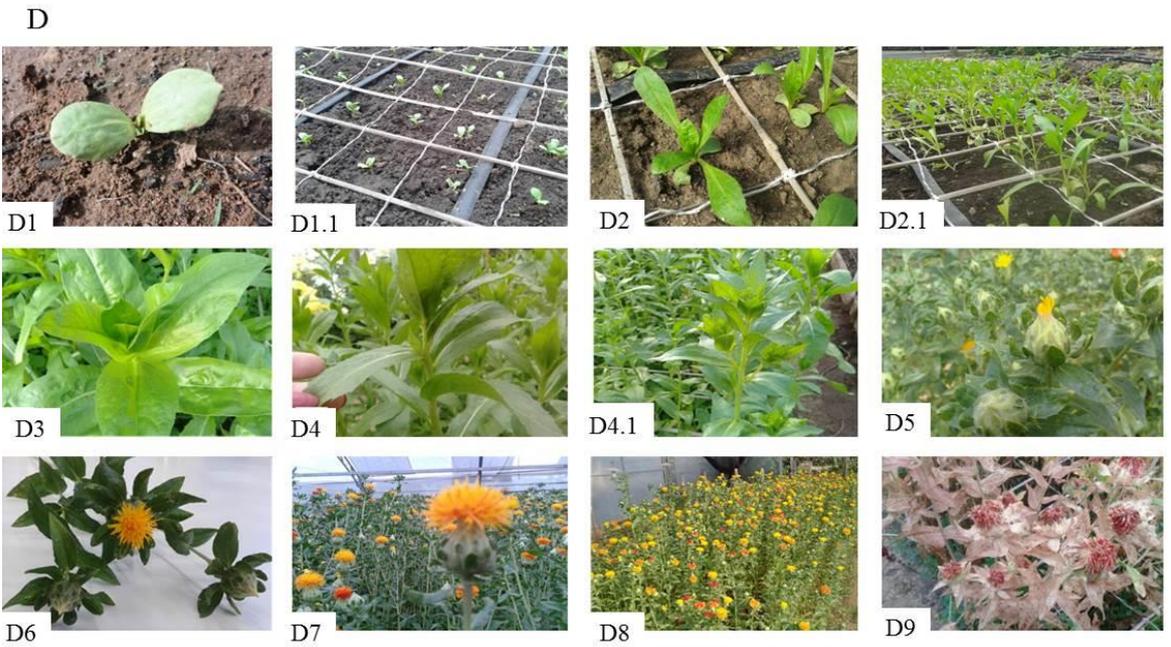


Foto: MENEGAES, J. F. (2017)



Foto: MENEGAES, J. F. (2017)

## LEGENDA

**A: Ilustração botânica**

Fonte: THOMÉ, O. W. (1885).

**B: Aspectos morfológicos do diásporo (fruto e semente)**

B1: Vista da região basal, evidenciando o hilo;  
 B2: Vista da região apical, evidenciando a micrópila;  
 B3: Vista da região ventral;  
 B4: Vista da região dorsal;  
 B5: Vista da borda esquerda;  
 B6: Vista da borda direita  
 Fonte: Adaptado de ABUD et al. (2010).

**C: Aspectos morfológicos da germinação e crescimento da plântula**

C1: Rompimento do tegumento pela protrusão da radícula, 1 DAS (dia após a semeadura);  
 C2: Desenvolvimento da raiz principal, 2 DAS;  
 C3 Alongamento da raiz principal e emergência dos cotilédones, 3 DAS;  
 C4 Desenvolvimento dos cotilédones e epicótilo, 4 DAS;  
 C5: Surgimento de raízes secundárias, 5 DAS;  
 C6: Surgimento do primeiro par de folhas, 7 DAS,  
 C7: Desenvolvimento do primeiro par de folhas, 9 DAS;  
 C8: Alongamento das raízes e desenvolvimento do primeiro par de folhas, 11 DAS;

C9: Início do desenvolvimento do 2º par de folhas, 14 DAS.

rd: radícula; r: raiz; hp hipocótilo; ct: cotilédones; fo: folhas.

Fonte: Adaptado de ABUD et al. (2010).

**D: Estádios fenológicos do *C. tinctorius* adaptado de Flemmer, Franchini e Lindström (2015) e Rivas e Matarazzo (2009) até a floração.**

D1; D1.1: Emergência;  
 D2; D2.1: Elongação;  
 D3: Diferenciação da inflorescência central;  
 D4: Início da ramificação;  
 D4.1: Ramificação das inflorescências laterais;  
 D5: Floração;  
 D6: Ponto de colheita das hastes;  
 D7: Plena floração;  
 D8: Final da floração de colheita,  
 D9: Hastes florais secas.  
 Foto: MENEGAES, J. F. (2017).

**E: Estádios de floração adaptado de Rocha (2005) para as etapas de abertura floral.**

E1: Aparecimento da cor das lígulas no botão;  
 E2: Aparecimento dos estames visíveis;  
 E3: Estames e lígulas parcialmente expostos;  
 E4: Pleno florescimento;  
 E5: Fim do florescimento;  
 E6: Senescência do capítulo.  
 Foto: MENEGAES, J. F. (2017).

Os estádios fenológicos para o cártamo foram descritos por Flemmer, Franchini e Lindström (2015) e Rivas e Matarazzo (2009) com enfoque para a produção de sementes (Figura 2.1 D) na América do Sul, para a região da Argentina. E, por Rocha (2005) com enfoque de produção de hastes florais, detalhando as etapas de abertura floral e valorizando o caráter ornamental desta espécie (Figura 2.1 E), para a região sul do Brasil.

Em relação à ecofisiologia da cultura de cártamo, as plantas desenvolvem-se bem em ambientes com precipitações acima de 400 mm, todavia, a precipitação ótima de rendimento está entre 600 a 1.000 mm anual. Em regiões de baixa precipitação o uso de abelhas para polinização é uma prática tradicional e rentável, tendo a produção de mel como subproduto da lavoura (CORONADO, 2010; EMONGOR; OAGILE; 2017; OELKE et al., 1992).

O cultivo é recomendado em altitudes que variam do nível do mar até 1.000 m, porém, seu rendimento é afetado negativamente em altitudes superiores a 800 m acima do nível do mar. Recomenda-se o cultivo em regiões entre as latitudes 60° N (Rússia) e 45° S (Argentina e Austrália), com restrição ao cultivo em regiões próximas à linha do Equador, em virtude da alta umidade o que propicia às plantas alta incidência de doenças, prejudicando a qualidade

das sementes e, sobretudo, das hastes florais (CORONADO, 2010; EMONGOR, 2010; HUSSAIN et al., 2015).

As plantas suportam a amplitude térmica entre -7 a 40° C, dependendo do seu estágio de desenvolvimento. Nos estádios iniciais, as plantas toleram baixas temperaturas, contudo, na fase de ramificação necessitam de temperaturas mínima de 15° C, tendo seu desenvolvimento ótimo com temperatura entre 20 e 35° C, não sendo responsiva ao fotoperíodo e, sim a soma térmica que influencia, diretamente, na duração do ciclo de cultivo (EMONGOR; OAGILE; 2017; MÜNDEL et al., 2004; OELKE et al., 1992).

A FAOSTAT (2017) aponta que o ciclo médio de cultivo, em nível mundial, para produção de sementes varia conforme a semeadura estacional de 200 dias no outono, 230 dias no inverno, 160 dias na primavera e 120 dias no verão, contabilizando os períodos de emergência a colheita de sementes/grãos. No Brasil, o ciclo de cultivo médio de cártamo para semente/grãos é em torno de 150 dias para os estados de São Paulo e Mato Grosso, podendo ser cultivado o ano todo, principalmente, em períodos de entressafra das grandes culturas (AMBORASANO, 2012; SANTOS; SILVA, 2015). Já o ciclo de cultivo para hastes florais varia de 80 dias no verão e 140 dias no inverno (BELLÉ et al., 2012; STRECK et al., 2005).

A cultura apresenta boa adaptabilidade a todos os tipos de solos, especialmente, os profundos, pouco compactado e bem drenado, as raízes não toleram encharcamento, sendo suscetível a podridões radiculares. O pH do solo deve estar na faixa de 5,0 a 8,0, pois as plantas são tolerantes a salinidade, no entanto, alta salinidade reduz consideravelmente o rendimento da cultura (CORONADO, 2010; MÜNDEL et al., 2004; RIVAS; MATARAZZO, 2009).

A adubação favorece o potencial produtivo da espécie, sendo o N (nitrogênio) e o K (potássio) são os nutrientes mais exigidos pela planta. O N no estabelecimento do dossel vegetativo e o K para o pleno florescimento. Contudo, apesar de várias pesquisas em relação à produtividade de sementes de cártamo, não se tem recomendação definida para a cultura, sendo o aconselhável realizar a calagem e adubação de acordo com o laudo da análise de solo (EMONGOR; OAGILE; 2017; HUSSAIN et al., 2015; KHALIL; DAGASH; YAGOUB, 2013; MÜNDEL et al., 2004).

Estudo sobre a bioquímica do acúmulo de metais pesados no solo com a cultura do cártamo verificaram-se potencialidades da espécie como planta fitorremediadora de áreas contaminadas com Hg (mercúrio) e Se (selênio), a absorção destes metais via raízes é translocado pela planta, concentrando-se nas sementes (MADAAN et al., 2011). Entretanto,

quando as plantas de cártamo forem utilizadas para este fim, o uso das sementes/grãos deve ser destinado a apenas para a produção e biodiesel e, jamais, ao consumo humano e animal.

## 2.2 HASTES FLORAIS DE CÁRTAMO: ORNAMENTAL

As inflorescências (capítulos) apresentam caráter ornamental (Figura 2.2) devido a sua beleza, rusticidade e versatilidade, em que suas hastes florais podem ser utilizadas como flor cortada fresca ou seca, com durabilidade de pós-colheita de 15 dias e a até dois meses, respectivamente (KHALIL; DAGASH; YAGOUB, 2013; MÜNDEL et al., 2004; OELKE et al., 1992; UHER, 2008).

As hastes florais para flor de corte as hastes deve apresentar maços homogêneos, com 95% de uniformidade quanto ao comprimento, espessura da haste e ponto de abertura. O comprimento da haste pode variar de 60 a 90 cm, sendo divididos em classes e, com no mínimo três inflorescências, sendo que a central deve estar iniciando a abertura (Figura 2.2 b, c). Os maços são classificados em dois de verão e de inverno, sendo o maço-de-verão com hastes finas contendo de 9 a 10 hastes por maço e, o maço-de-inverno com hastes grossas contendo de 5 a 8 hastes por maço (Figura 2.3 d) (COOPERATIVA VEILING HOLAMBRA, 2016; IBRAFLOR, 2000).

As hastes florais são colhidas quando as inflorescências centrais estiverem “pintando”, ou seja, com no mínimo  $\frac{1}{4}$  do ponto de abertura floral e, as demais inflorescências em forma de botão fechado, a durabilidade média é de oito dias sem tratamento de pós-colheita (DOLE; WILKINS, 2005). Atualmente, mais de vinte variedades de inflorescências e sementes de cártamo são comercializadas na Holanda no valor de €<sup>2</sup> 0,28 a haste e, € 1,99 a embalagem com 45 sementes. As inflorescências alaranjadas são as preferidas dos consumidores, com oferta anual, tanto de flores frescas como seca (EMONGOR; OAGILE, 2017).

As hastes florais, geralmente, iniciam sua floração na coloração amarela, passando pela coloração alaranjada com abertura total das inflorescências e senescendo com a coloração avermelhada. Esta transição de cores durante o início do florescimento a senescência é devido à degradação natural da enzima oxidativa ( $\beta$ -glucose oxidase) presentes nas lígulas de cártamo (EMONGOR; OAGILE, 2017).

---

<sup>2</sup> Euro (€) moeda oficial da União Europeia.

Figura 2.2 - Ilustração para avaliação dos parâmetros biométrico da haste floral de *Carthamus tinctorius* L. (A); haste floral padronizadas com 60 cm (B) e com três inflorescências (C); maço com 10 hastes (D); hastes florais frescas (E); hastes florais secas (F) e diferentes usos das hastes florais (G)



Fotos: A, B, C, D - MENEGAES, J. F. (2016); E, F, G - Google Imagens (2017).

Na Europa as hastes florais são apreciadas como ornamental, na forma de flores seca, tendo seu auge de comercialização nas últimas décadas do século XX, importadas do Paquistão e de Israel. No Japão e na América as inflorescências são apreciadas na forma fresca para composição de arranjos florais, nos demais países asiáticos são apreciadas das duas maneiras, sendo principalmente, utilizadas em cultos religiosos e em guirlandas/coroas fúnebres (EKIN, 2005; EMONGOR, 2010; EMONGOR; OAGILE, 2017; MÜNDEL et al., 2004).

Uher (2008) pesquisando sobre o mercado das hastes florais de cártamo verificou que só no Leilão da Cooperativa de Flores da Holanda (Royal Flora Holland – Aalsmeer) o consumo de hastes florais, em 1990, foi de € 3,2 milhões (126 milhões de hastes) ocupando a 46ª posição entre as flores cortadas do leilão. No ano de 2000, as vendas chegaram a € 5,3 milhões (353 milhões de hastes) ocupando a 39ª posição, e neste ano as importações das hastes foram maior de 50% da venda total, ocupou a 19ª posição entre 20 as flores cortadas importadas pela Holanda. E, em 2005, iniciou a redução do comércio das hastes florais de cártamo passando para 55ª posição, com valor de venda de € 3,4 milhões (193 milhões de hastes).

Na floricultura, as flores e plantas ornamentais, apresentam sazonalidade quanto à preferência de consumo (moda), similar ao que acontece no setor de vestuários. Contudo, as hastes de cártamo foram muito comercializadas entre os anos de 1980 a 2000, na Europa com registros na literatura científica. Na Ásia o consumo é constante em virtude dos cultos religiosos, onde as hastes de cártamo são ofertadas a Deusa da prosperidade, devido à planta ser medicinal e alimentar (EMONGOR; OAGILE, 2017; UHER, 2008).

No Brasil, o cártamo foi introduzido nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, na década de 90, como planta ornamental pelos holandeses com intuito de produção das hastes florais para importação. Sendo cultivado por pouco tempo no país, em virtude da escolha da região, com altos níveis de precipitação e estações bem definidas, o que afetou negativamente a qualidade estética e ornamental das hastes florais. A planta apresenta sensibilidade ao molhamento folhar e floral e requer ambiente com baixa umidade relativa do ar e pouco molhamento, sendo o cultivo em ambiente protegido é uma alternativa para a produção de hastes florais no Rio Grande do Sul (AMBORASANO, 2012; ARANTES, 2011; BELLÉ et al., 2012; SANTOS; SILVA, 2015).

### 2.3 SEMENTES DE CÁRTAMO: PRODUÇÃO E USOS DO ÓLEO

As sementes de cártamo possuem alto teor de óleo, 30 a 40%, amplamente, utilizado na indústria alimentícia e farmacêutica, principalmente para elaboração de cosméticos e medicamentos como a insulina, óleo é consumido como produto estético com potente ação antioxidante e, também, como biodiesel (ARSLAN, 2007; GIAYETTO et al, 1999; MÜNDEL et al., 2004). Segundo a FAO (2005) 97,5% das sementes produzidas mundialmente são utilizadas para a extração de óleos, sendo 50% utilizado para extração de biodiesel, 41% para óleo medicinal e 6,5% para óleo comestível; os demais 2,5% são utilizados para o consumo *in natura*, especialmente na alimentação de pássaros.

A produção de sementes/grãos, em 2014, ocorreu em mais de 60 países, com a produtividade de 868 mil toneladas, com área cultivada de aproximadamente um milhão de hectares, sendo que o valor pago em média de <sup>3</sup>US\$ 575,00 t<sup>-1</sup>. Onde 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).

Entre os países produtores, o Cazaquistão tem a maior área de cultivo com 310 mil hectares (30,7% da área total cultivada), com produtividade média de 632 kg ha<sup>-1</sup>, seguido da Índia com 13,9% da área total cultivada com produção média 807 kg ha<sup>-1</sup>. A China destaca-se pela maior produtividade por hectare, com 1.541 kg. Na América, os maiores produtores são: Peru, Estados Unidos, México e Argentina com 1.399; 1.374; 1.260 e 700 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente (FAOSTAT, 2017).

Na lista da FAOSTAT (2017) não existem registros do Brasil como produtor de cártamo. E, todo óleo de cártamo utilizado no país é importado, no ano de 2012, o valor final da importação da categoria “óleos de girassol ou de cártamo” foi de US\$ 6,1 milhões segundo o MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento) no material Intercâmbio comercial do agronegócio o Brasil (BRASIL, 2013), no entanto, não houve a distinção em percentual para as espécies. Todavia, o cultivo de cártamo Brasil ainda é incipiente e está em fase experimental, com registros em alguns Estados, tais como: PR, SP, MT, GO e RN, com pesquisas voltadas para a produção de sementes/grãos como opção para matriz energética.

Em 2010, houve a aquisição 926 acessos da espécie advindos Estados Unidos pelo Instituto Mato-Grossense do Algodão (IMA-MT) em conjunto com a Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu (FCA/UNESP), com objetivo de desenvolvimento da cultura no

---

<sup>3</sup> Dólar (US\$) moeda norte americana de circulação internacional.

país. A partir deste momento, a pesquisa agrônômica tem sido focada na produtividade para produção de óleo no país, variando de 516 a 1.927 kg ha<sup>-1</sup>, conforme o manejo de adubação e épocas de semeadura (GUIDORIZZI, 2016; SAMPAIO et al., 2017; SILVA, 2013; ZOZ, 2015).

Entre as principais culturas oleaginosas (sementes) destinadas à produção de biodiesel em nível mundial (Tabela 2.1), dados médios das safras de 2007 a 2012, o cártamo é a oitava cultura antecedido pela soja (*Glycine max* (L.) Merr.), canola (*Brassica napus* L.), amendoim (*Arachis hypogaea* L.), girassol (*Helianthus annuus* L.), gergelim (*Sesamum indicum* L.), linhaça (*Linum usitatissimum* L.), mamona (*Ricinus communis* L.) e, por fim, o niger (*Guizotia abyssinica* (L. f.) Cass.) (FAOSTAT, 2017; RAI; CHARAK; BHARAT, 2016).

Tabela 2.1 - Sementes oleaginosas destinadas à produção de biodiesel em nível mundial e potencial produtivo.

Classificação	Cultura	Área cultivada (hectares)	Produção (t)	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )	Teor de óleo (% médio)	Rendimento de óleo (kg ha <sup>-1</sup> )
1	Soja	967.666	2.400.345	2.441	18	439,4
2	Canola	322.295	593.162	1.840	44	809,6
3	Amendoim	234.897	383.196	1.631	45	734,0
4	Girassol	283.778	332.089	1.391	44	612,0
5	Gergelim	74.058	39.592	535	47	251,4
6	Linhaça	21.275	18.667	877	39	342,0
7	Mamona	15.738	17.937	1.140	48	547,2
8	Cártamo	7.298	6.272	859	35	300,7
9	Niger	3.824	1.064	278	35	97,3

Fonte: Adaptado de Rai, Charake e Bharat (2016).

A composição química do óleo de cártamo registra mais de 200 compostos isolados, entre fenóis, glicosídeos feniletanóicos, cumarinas, flavonoides, ômega-6, ácidos graxos poli-insaturados e monoinsaturados, antioxidantes, cartamina, betacarotenos, ligninas, polissacarídeo, vitaminas (B, C, D e E), ácido mirístico 0,1%, ácido palmítico 6,0%, ácido palmitoleico 0,2%, ácido esteárico 2,0%, ácido oleico 72,0%, ácido linoleico 16,0%, ácido linolénico 1,4%, ácido araquídico 0,3% e ácido gadoléico 2,0% (ASGARPANAH; KAZEMIVASH, 2013; CORONADO, 2010).

O óleo de cártamo por apresentar maior quantidade de ácido linoleico contendo tocoferóis, conhecidos por efeitos antioxidantes e alto teor de vitamina E, é indicado para dietas de pacientes com doenças cardiovasculares e diabetes. O óleo comestível de alta qualidade rico em gorduras poli-insaturadas ácidos, que ajuda na redução do nível de colesterol no sangue, nutricionalmente, é semelhante ao azeite de oliva (*Olea europaea* L.),

pois contém altos níveis de linoleico ou ácido oleico (ARSLAN, 2007; SINGH; NIMBKAR, 2006).

Como óleo industrial, a espécie de cártamo oferece potencialidades para muitos usos, sendo empregados na fabricação de tintas, esmaltes, sabões, entre outros (OELKE et al., 1992; EKIN, 2005). Stone (2017) relata que a grande quantidade de ácido oleico no óleo de cártamo em média de 72%, tem atraído às indústrias de plásticos, resinas, tintas, pigmentos para impressão, solventes, cosméticos, lubrificantes, entre outras; em substituição aos derivados de petróleo, devido a sua alta estabilidade e biodegradabilidade. Na Austrália e nos Estados Unidos, desde 2012, programas de melhoramento genético vem sendo desenvolvidos para elevar o percentual de ácido oleico no óleo de cártamo para 92% com alta pureza, ao mesmo tempo em que reduzem os insumos poli-insaturados indesejáveis.

#### 2.4 TRATAMENTO DE SEMENTES: TERMOTERAPIA

A semente é um dos insumos agrícola mais importante, pois nela contém as potencialidades produtivas da planta e a preservação dos recursos genéticos vegetais fundamentais para a garantia da sustentabilidade e segurança alimentar. As qualidades dos atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários determinam a capacidade da semente de originar plantas de alta produtividade (MACHADO, 2000; POPINIGIS, 1985) e, ao longo do tempo esses atributos vão se modificando.

A preservação da qualidade das sementes para a implantação da lavoura ocorre devido aos seus tratamentos, que consistem na aplicação de processos e substâncias sobre as mesmas, que auxiliam na expressão do seu potencial genético, visando, especialmente, o vigor das sementes e a eficiência do controle de fitopatógenos (MENTEN; MORAES, 2010).

Deste modo, os mesmos autores, classificam os tratamentos de sementes em quatro tipos: os **biológicos** que utilizam agentes de controle biológico (*Trichoderma*, *Bacillus*, entre outros) são incorporados às sementes, agindo através de antagonismo e competição. Os **bioquímicos** que fazem uso de extratos vegetais aquosos, macerado seco ou com fermentação anaeróbica, entre outros. Os de origem **química** com utilização de fungicidas, normalmente, em tratamento realizado imediatamente antes da semeadura. E, os **físicos**, dentre estes se destaca a termoterapia, que faz uso do binômio temperatura-tempo.

A termoterapia é uma medida de controle utilizada com sucesso no controle e na eliminação de patógenos em sementes de espécies hospedeiras. Todavia, esta forma tratamento de sementes pode provocar alterações fisiológicas e bioquímicas sobre as mesmas

em diferentes intensidades, afetando ora positiva e ora negativamente seu desempenho expresso no potencial germinativo (COUTINHO et al., 2007; MENTEN; MORAES, 2010).

Assim, os métodos que envolvem a termoterapia devem ser ajustados para cada espécie vegetal, individualmente, de maneira que não afete negativamente sua qualidade fisiológica, por exemplo, a germinação. Entre os métodos de tratamento de sementes por termoterapia descritos na literatura, o binômio temperatura-tempo é por duas fontes de calor, úmido ou seco (GRONDEAU; SAMSON; SANDS, 1994; MACHADO, 2000).

A termoterapia via calor úmido apresenta maior capacidade térmica, este requer um menor tempo de exposição das sementes, para evitar o rompimento precoce do tegumento e, logo, a embebição em água aquecida, de modo, a amenizar os danos e o extravasamento desacerbado das substâncias via membrana (GRONDEAU; SAMSON; SANDS, 1994; MENTEN; MORAES, 2010). Este método tem se mostrado eficiente para a qualidade fitossanitária de sementes diversas espécies, como: abóbora (*Cucurbita pepo* L.) (CUNHA et al., 2017), alfafa (*Medicago sativa* L.) (MENDES et al., 2001), braquiária (*Brachiaria brizantha* Hochst.) (MARCHI et al., 2008), cajá (*Spondias mombin* L.) (BRITO et al., 2008), canafístula (*Peltophorum dubium* Spreng.) (LAZAROTTO et al., 2013), cumaru (*Amburana cearensis* A.C. Smith) (OLIVEIRA et al., 2011), feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) (ESTEFANI; MIRANDA FILHO; UESUGI, 2007), mamona (*Ricinus communis* L.) (MARRONI et al., 2009), maracujá (*Passiflora suberosa* L.) (MAROSTEGA et al., 2015), milho (*Zea mays* L.) (COUTINHO et al., 2007), tomate (*Solanum lycopersicum* L.) (CARMO et al., 2004; BRAGA et al., 2010; MUNIZ, 2001).

Já a termoterapia via calor seco requer um maior período de exposição em virtude da sua baixa capacidade térmica, quanto comparado ao tratamento via calor úmido. No entanto, os níveis de temperatura e os períodos de exposição ao calor seco, em que as sementes são submetidas variam conforme os fitopatógenos incidentes as mesmas, bem como a sua sensibilidade ao calor (ESTEFANI; MIRANDA FILHO; UESUGI, 2007; GAMA et al., 2014). O controle de fitopatógenos por este método tem se mostrado eficiente para diversas espécies, como: arroz (*Oryza sativa* L.) (MARINI et al., 2012), alfafa (*Medicago sativa* L.) (MENDES et al., 2001), cenoura (*Daucus carota* L.) (TRIGO et al., 1998), erva-doce (*Foeniculum vulgare* Mill.) (GAMA et al., 2014), feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) (ESTEFANI; MIRANDA FILHO; UESUGI, 2007), grumixama (*Eugenia brasiliensis* Lam.) e uvaia (*E. pyriformis* Cambess.) (FRANÇOSO; BARBEDO, 2014), guapuruvú (*Schyzolobium parahyba* (Vell.) Blake) (MATHEUS; LOPES, 2007), mamona (*Ricinus communis* L.) (MARRONI et

al., 2009), soja (*Glycine max* (L.) Merr) (SANTOS et al., 2016), tomate (*Solanum lycopersicum* L.) (CARMO et al., 2004).

Os dois métodos termoterápicos (via calor úmido e seco) são viáveis e com baixo impacto ambiental, oferecendo alternativa ao uso de produtos químicos, comumente, utilizados nos tratamentos de sementes. Contudo, para o sucesso de cada método é necessário conhecer a combinação adequada entre os níveis de temperatura e os períodos de exposição ao calor a qual as sementes serão submetidas, que é variável conforme a espécie, o lote, o vigor inicial, entre outros fatores (BRAGA et al., 2010; GAMA et al., 2014).

## 2.5 ARMAZENAMENTOS DE SEMENTES

Outra maneira de preservar as qualidades genéticas, fisiológicas, sanitárias e físicas das sementes é o armazenamento, que tem como finalidade manter íntegra e viável as estruturas vegetais por períodos prolongados (JOSÉ et al., 2010; LUDWIG, 2017; POPINIGIS, 1985). A qualidade genética está diretamente relacionada com a longevidade nas sementes, em que pode ser variável de acordo com o genótipo, cultivar e variedade. Tendo o período de conservação do potencial fisiológico depende do grau de umidade e das condições do ambiente de armazenamento (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012; GOLDFARB; QUEIROGA, 2013; MARCOS-FILHO, 2015).

A longevidade e a viabilidade das sementes são classificadas em categorias, como, ortodoxa, recalcitrante e intermediária, em função ao seu comportamento frente à tolerância a dessecação e ao armazenamento em diferentes condições ambientais (ELLIS, 1991; MARCOS-FILHO, 2015; ROBERTS, 1973; WALTERS et al., 2013).

Hong e Ellis (1996) desenvolveram um protocolo que permite identificar o grau de tolerância das sementes a dessecação sendo classificadas, como:

**a) Sementes ortodoxas:** são as que podem ser submetidas à secagem até atingir baixos teores de água e toleram a exposição a temperaturas relativamente baixas, sem ocorrências de danos ao metabolismo durante o armazenamento por longos períodos. Das angiospermas aproximadamente 75% das espécies produzem sementes ortodoxas, em que estas apresentam equilíbrio médio próximo de 10-15% umidade relativa do ar (UR);

**b) Sementes recalcitrantes:** são as incapazes de sobreviver ao armazenamento em ambientes secos e são sensíveis a dessecação e a baixas temperaturas. Das angiospermas aproximadamente 10% das espécies produzem sementes recalcitrantes, em que estas apresentam equilíbrio médio próximo de 90% UR (-1,5 a -2 MPa);

**c) Sementes intermediárias:** são as que apresentam características intermediárias as sementes ortodoxas e recalcitrantes, com desempenho germinativo a diferentes níveis de temperatura e dessecação. Das angiospermas aproximadamente 15% das espécies produzem sementes intermediárias, em que estas apresentam equilíbrio médio entre 40 a 50% UR.

As sementes ortodoxas caracterizam-se por tolerar armazenamento por longos períodos sem ocorrências de danos ao seu metabolismo durante o processo germinativo. Assim, a conservação da qualidade destas sementes, sobretudo, a fisiológica ocorre por meio da dessecação (remoção da água) e da diminuição da temperatura (ANGELOVICI et al., 2010; HONG; ELLIS, 1996; MARCOS-FILHO, 2015; OLIVEIRA et al., 2011; POPINIGIS, 1985).

Em que, conforme os graus de umidade contidos nas sementes ocorrem os seguintes eventos:

**a) Grau de umidade superior a 45 a 60%:** a semente germina;

**b) Grau de umidade entre 20 a 45%:** a velocidade respiratória da semente e dos fitopatógenos é muito elevada, ocorre o aquecimento, esse aquecimento pode gerar temperatura suficientemente elevada, ocasionando a morte da semente;

**c) Grau de umidade entre 14 a 20%:** pode ocorrer o desenvolvimento de fitopatógenos, principalmente de fungos que podem infeccionar a semente, especialmente, se esta apresentar danos físicos;

**d) Grau de umidade entre 8 a 14%:** há uma redução ou supressão na atividade dos insetos;

**e) Grau de umidade entre 4 a 8%:** favorável ao armazenamento em embalagens impermeáveis (GOLDFARB; QUEIROGA, 2013; POPINIGIS, 1985).

A presença e a ação de patógenos e insetos, a umidade relativa e temperatura do ar, os tipos de embalagens, a disponibilidade de oxigênio e o período de armazenamento, também, são fatores importantes para a conservação da qualidade de sementes (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012; COSTA, 2009).

A inadequação das condições de estocagem propicia a aceleração da deterioração e, conseqüentemente, a redução da qualidade das sementes, evidenciada durante a germinação e o desenvolvimento inicial das plântulas (COSTA, 2009; JOSÉ et al., 2010). A velocidade em que ocorre esta deterioração pode ser amenizada pela adequação da qualidade inicial do lote, do estágio de maturação, da longevidade, do grau de umidade, das condições físicas das sementes e do tratamento fitossanitário (SALES et al., 2011).

O tratamento de sementes durante o período de armazenamento pode ser considerado uma vantagem na longevidade das sementes, entretanto, depende do método e da técnica a ser utilizado, por exemplo, uso de produtos químicos apesar da eficiência e facilidade de aplicação, podem causar efeitos fitotóxicos sobre as sementes ao longo do armazenamento (MENTEN; MORAES, 2010). Em que, a utilização destes produtos requer registro e indicação de uso auditado pelo MAPA.

Henning (2005) elenca três formas de associação de agentes causadores de doenças em plantas advindas das sementes, por mistura física com as sementes constituindo uma fração de impureza no lote, por contaminação veiculada por adesão à superfície externa e, por infecção presente no interior das mesmas. Sendo, o grau de associação entre os fitopatógenos e as sementes proporcional à sua velocidade de deterioração, em que o tratamento das sementes pode atuar como: **Desinfetante:** agindo sobre os fitopatógenos que infestam a superfície da semente; **Erradicante:** agindo contra os fitopatógenos que tenha infeccionado a semente; **Protetor:** protegendo a semente e a plântula de fitopatógenos do solo ou dos restos culturais (MACHADO, 2000).

## 2.6 CULTIVO DE HASTES FLORAIS A PARTIR DE SEMENTES

A floricultura brasileira cultiva mais de 350 espécies e 3.000 variedades de flores e plantas ornamentais, exigindo alta qualidade estética visual e fitossanitária, caracterizando-se como um dos segmentos mais promissor do agronegócio brasileiro. A alta rentabilidade por área contribui para a permanência do homem no campo, pois o cultivo é viável em pequena propriedade e, tem como característica a mão de obra familiar, em média 80% dos postos de emprego (IBRAFLOR, 2014; KÄMPF, 2000).

A área brasileira de cultivo de flores e plantas ornamentais é de aproximadamente de 15 mil hectares, com 90% da produção em propriedades de aproximadamente 1,9 ha, em diferentes ambientes de cultivo, sendo 65% no campo, 30% em estufa e 5% em telado. O setor gera aproximadamente 216 mil postos de empregos, sendo 36% deste destinado a produção agrícola, com média de 5,3 pessoas por hectare (IBRAFLOR, 2014; 2017).

A produção divide-se em 42% de mudas e plantas ornamentais, 34% de flores e plantas envasadas e 24% de flores e folhagens cortadas, movimentando em 2017, o montante cerca de R\$ 7,5 bilhões, com previsão média de 12% de crescimento anual. Com consumo *per capita* nacional estimado em R\$ 26,68; dos quais 48,6% são gastos em plantas ornamentais,

31,4% em flores e folhagens cortadas e 20% em flores e plantas envasadas (IBRAFLOR, 2014; 2017; JUNQUEIRA; PEETZ, 2017).

Destes produtos florícolas, as flores e folhagens de corte destinam-se para a confecção de arranjos e buquês florais, sendo, geralmente, as flores utilizadas como frescas ou secas ou desidratadas. Estas últimas são apreciadas em arranjos decorativos com maior longevidade das hastes florais (GAST, 1997; PLASMEIJER; YAMAI, 2012).

O cultivo de flores cortadas demanda conhecimentos técnicos aliados ao gerenciamento e comercialização, sendo de alta rentabilidade e envolvendo uma grande diversidade de espécies, além de formas de cultivo incluindo as variações edafoclimáticas, disponibilidade hídrica e material propagativo (CURTI et al., 2012; KÄMPF, 2000).

A propagação de flores de corte deve ser mais homogênea possível, com baixa heterozigose, deste modo à utilização da clonagem vem suprimir esta necessidade para a maioria das espécies florícolas destinadas ao corte. Todavia, algumas espécies são cultivadas a partir de sementes, como alternativa de cultivo e diversificação da produção entre estas espécies destaca-se o cultivo de cártamo (BELLÉ et al., 2012). Contudo, a maior dificuldade do cultivo de hastes florais a partir de sementes no país é em virtude da própria produção de sementes, pois estas se caracterizam como uma atividade altamente especializada e de domínio do mercado internacional (BELLÉ; SPANNENBERG, 1997).

Entre as espécies de flores cortadas cultivadas no Brasil a partir de sementes, destaca-se boca-de-leão (*Anthirrhinum majus* Linn), cártamo, cravina (*Dianthus chinensis x barbatus*), crista-de-galo (*Celosia cristata* L.), celosia-plumosa (*Celosia argenta* L.), girassol, lisianto (*Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinners), rainha-margarida (*Callistephus chinensis* Nees L.), ranúnculo (*Ranunculus asiaticus* L.), entre outras (PAIVA; ALMEIDA, 2014).

## 2.7 PÓS-COLHEITA DE HASTES FLORAIS

Os produtos do setor florícola apresentam alta qualidade ornamental, sobretudo, em relação à qualidade estética visual destes produtos, ou seja, produtos sem danos e injúrias. Todavia, as flores e plantas ornamentais apresentam alta perecibilidade, devido aos processos metabólicos naturais das plantas, como, perda de turgescência, incidência de fitopatógenos, entre outros, e quando estes somados implicam na perda precoce da qualidade e do valor comercial, quando não tratado em pós-colheita.

Apesar do setor florícola apresentar alta tecnificação nos manejos produtivos, por exemplo, substrato, ambientes de cultivo, propagação, entre outros; muitas perdas de produtos

ocorrem após a etapa de colheita no beneficiamento (seleção, classificação, embalagem, outros), no armazenamento, no transporte e na distribuição, por falta de aplicações corretas das técnicas de pós-colheita. Estas perdas estão quantificadas no Brasil entre 30 a 50% e, na Europa este valor é no máximo 25%, pois o período entre a colheita e a aquisição pelo consumidor final deve ser mais breve possível, garantindo, assim, ao consumidor maior período de uso destes produtos (ALMEIDA et al., 2011; SEBRAE, 2005; SILVA; SILVA, 2010).

Neste contexto, a pós-colheita caracteriza-se por um conjunto de técnicas de manejo realizadas em plantas visando prolongar a sua durabilidade e manter a qualidade comercial, podendo ser utilizado em diversos produtos como, olerícolas, frutíferos e florícolas, especialmente, em flores e folhagens cortadas. As plantas cortadas, como, as hastes florais quando separadas da planta-matriz, inicia rapidamente a intensificação dos processos metabólicos devido ao rompimento do fluxo de água e nutrientes, resultando na aceleração de sua senescência (LOGES et al. 2005; SILVA, 2006; SONEGO; BRACKMANN, 1995).

Os fatores de pós-colheita que afetam a conservação das hastes florais está no manejo relacionado à forma de transporte entre o campo/estufa para o beneficiamento e, como será distribuído até os floristas ou consumidor final. Neste último a eficiência na logística garante um prolongamento da vida de vaso para o consumidor, pois a média da durabilidade das flores e folhagens cortadas pode chegar a 21 dias quanto manejados corretamente. Este período é equivalente desde a colheita até a aquisição dos produtos pelo consumidor final (ANEFALOS; CAIXETA FILHO, 2005; GAST, 1997).

### **2.7.1 Soluções conservantes**

As soluções conservantes têm como finalidade fornecer as hastes florais cortadas substratos hidratante, energético e fitossanitário, sua composição deve prover energia às hastes florais, impedindo o desenvolvimento microbiano ou a síntese de etileno, contudo, os ingredientes utilizados nas soluções de conservação podem ser benéficos para algumas espécies e para outras não (NOMURA; FUZITAN; JUNIOR, 2014; SILVA; SILVA, 2010).

Normalmente, utilizam-se quatro tipos de soluções conservantes de forma rotineira no processo de pós-colheita, sendo estas distintas a finalidade de uso, classificadas como: fortalecimento ou “pulsing”, condicionamento, manutenção e indução floral (HALEVY; MAYAK, 1981).

**a) Solução de fortalecimento ou “pulsing”** é utilizada para a hidratação e nutrição dos tecidos na sequência da colheita, sendo a sua composição pode ser de apenas água limpa e fresca e/ou adicionados sacarose, fitossanitário, entre outros. A reposição imediata de carboidratos propicia às hastes florais a redução na transpiração, à regulação osmótica dos tecidos e do fechamento estomático (ALMEIDA et al., 2011; HALEVY; MAYAK, 1981; NOWAK; GOSZCZYNSKA; RUDNICKI, 1991).

**b) Solução de condicionamento** é utilizada para a restauração da turgescência logo após a colheita, no transporte e no armazenamento, com uso de água acrescida de bactericida e de sacarose em baixas concentrações. Muitas flores cortadas apresentam desidratação precoce imediatamente após a colheita, sendo necessária a hidratação instantânea destas flores, soluções de condicionamento atuam positivamente nestas situações (ALMEIDA et al., 2011; NOMURA; FUZITAN; JUNIOR, 2014).

**c) Solução de manutenção** é utilizada por longos períodos, geralmente, nos pontos de comercialização. As soluções de manutenção, também conhecidas como soluções de vaso, podem ter substâncias utilizadas isoladamente ou em conjunto e que contribuem para a manutenção da qualidade das hastes florais cortadas. Há uma grande diversidade de ingredientes disponíveis para formulação da solução conservantes, como, sacarose, germicidas, inibidores do etileno, ácidos orgânicos, antioxidantes, reguladores vegetais e óleos essenciais (BASTOS et al., 2016, DAI; PAULL, 1991; DURIGAN et al., 2013; NOWAK; GOSZCZYNSKA; RUDNICKI, 1991).

**d) Solução de indução floral** é utilizada com objetivo de abertura das inflorescências quando estas são colhidas antecipadamente, ainda em botões imaturos para comercialização e envio a longas distâncias. Esta solução é similar solução de “pulsing”, porém a concentração dos ingredientes é menor e o período de exposição é maior, pois as hastes florais permanecem em solução por vários dias, de preferência em locais com controle da umidade relativa do ar e temperatura média de 20° C (HALEVY; MAYAK, 1981; SONEGO; BRACKMANN, 1995).

### 2.7.2 Compostos conservantes

Os tratamentos da formulação das soluções conservantes variam entre as espécies e finalidade de uso, concentrações e combinações entre diferentes produtos, os principais são:

**a) A sacarose** é o substrato energético mais utilizado, sua concentração varia de 0,5 a 20%, geralmente, de 0,5 a 2,0% para soluções de manutenção e de 2,0 a 20% para soluções de “pulsing”, entretanto, em alguns casos, a sacarose pode causar efeito adverso ao desejado, ou

seja, cada espécie tolera uma concentração de sacarose. Como fonte de energia, a sacarose exógena repõe os carboidratos esgotados no processo respiratório, e, também atua no atraso da degradação de proteínas, lipídios e ácidos ribonucleicos. Assim, mantendo a integridade da membrana, melhorando o balanço hídrico e regulando o fechamento estomático, reduzindo a transpiração e, conseqüentemente, retardando a produção e a ação do etileno (HALEVY; MAYAK, 1981; SONEGO; BRACKMANN, 1995).

**b) Os germicidas** são ingredientes utilizados como substrato fitossanitário para as soluções conservantes, com objetivo manter a água da solução limpa e inibir a proliferação de microrganismos na solução, no recipiente e, principalmente, na superfície das hastes florais, assim, promovendo a sanidade e a durabilidade da vida de vaso destas flores. Os germicidas mais utilizados: **Hipoclorito de sódio** utilizado nas concentrações de 1 a 5%, com ação bactericida age purificando a água e inibindo infecções bacterianas nos vasos condutores que impedem a absorção de água. **8-hidroxiquinolina (8-HQ)** age como bactericida e fungicida, além de reduzir o bloqueio vascular das hastes auxiliando no balanço hídrico, sendo usual em duas formas de citrato e de sulfato de 8-hidroxiquinolina (8-HQC e 8-HQS). **Ácido cítrico** é utilizado como bactericida, mas, também funciona como antioxidante, evitando os danos causados pela entrada de oxigênio no sistema vascular, auxilia na redução do pH da água. Geralmente, é associado à sacarose, citocinina, ácido giberélico, entre outros em soluções de “pulsing” (DAI; PAULL, 1991; NOWAK; GOSZCZYNSKA; RUDNICKI, 1991)

**c) Inibidores do etileno**, o etileno é um hormônio vegetal associado à senescência natural que senescência natural das flores. Inibir sua ação torna-se necessário para prolongar a vida em pós-colheita, entre os tratamentos mais utilizados: **Íons de prata** (nitrate de prata ( $\text{AgNO}_3$ ) e tiosulfato de prata (STS)), apesar da sua eficiência ser amplamente comprovada, conforme a dosagem pode provocar fitotoxicidade das flores e ao ser humano, em alguns países a utilização de prata para o processo de pós-colheita é proibido. **1-metilciclopropeno (1-MCP)** é um derivado do ciclopropeno usado como um regulador de crescimento vegetal sintético. É um gás volátil e não tóxico, sendo utilizado para inibir a biossíntese de etileno, comercialmente reduz as rachaduras em frutas e ajuda na manutenção do frescor das hastes florais (FINGER; CARNEIRO; BARBOSA, 2004; MATTIUZ et al., 2005; NOWAK; RUDNICKI, 1990; SONEGO; BRACKMANN, 1995).

**d) Reguladores vegetais** são hormônios vegetais envolvidos no crescimento e desenvolvimento das plantas, os principais são: auxinas, giberelinas, citocininas, etileno e ácido abscísico. A aplicação destes interfere na senescência das folhas e flores, retardando a clorose e o esgotamento das reversas devido ao processo de respiração, sendo os mais

utilizados: **Citocinina** sua aplicação inibe parcialmente o processo de senescência, retardando a expressão de determinados genes envolvidos no processo. **Giberelina** é empregada na forma de ácido giberélico (GA<sub>3</sub>) nas soluções conservantes, especialmente, de “pulsing”, promove o retardo do amarelecimento das folhas em hastes florais cortadas, inibindo a degradação da clorofila (BRACKMANN et al., 2005; CHITARRA; CHITARRA, 2005).

e) **Óleos essenciais** são compostos naturais e voláteis, lípidos, raramente coloridos, caracterizados por forte odor e produzidos como metabólitos secundários por plantas aromáticas, podendo ser extraído de todos os órgãos da planta. Com ação germicida, fungicida e inseticida, pode ser utilizado em soluções conservantes, devido ser compostos naturais não afetam o meio ambiente (BAKKALI et al., 2008; MIHALIAK; GERSHENZO; CROTEAU, 1991).

f) **Etanol e metanol** são álcoois que tem como objetivo promover a redução da respiração celular senescência das flores, com efeitos benéficos ao controle de fungos de podridões, promovendo uma situação de assepsia no sistema de pós-colheita (KAUR; MUKHERJEE, 2013).

## REFERÊNCIAS

ABUD, H. F. et al. Morfologia de sementes e plântulas de cártamos. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.41, n.2, p.259-265, 2010.

ALMEIDA, E. F. A. et al. Calla lily inflorescences postharvest: pulsing with different sucrose concentrations and storage conditions. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.35, n.4, p.657-663, 2011.

AMBROSANO, L. **Avaliação de plantas oleaginosas potenciais para cultivo de safrinha**. 2012. 82f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

ANEFALOS, L. C.; CAIXETA FILHO, J. V. O papel da logística na exportação brasileira de flores de corte. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v.11, n.1, p.1-12, 2005.

ANGELOVICI, R. et al. Seed desiccation: a bridge between maturation and germination. **Trends in Plant Science**, v.15, p.211-218, 2010.

ARANTES, A. M. **Cártamo (*Carthamus tinctorium* L.) produção de biomassa, grãos, óleo e avaliação nutritiva da silagem**. 2011. 46 f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal Sustentável) - Instituto de Zootecnia, Nova Odessa, 2011.

- 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
- ASGARPANA, J.; KAZEMIVASH, N. Phytochemistry, pharmacology and medicinal properties of *Carthamus tinctorius* L. **Chinese Journal of Integrative Medicine**, v.19, n.2, p.153-159, 2013.
- BAKKALI, F. et al. Biological effects of essential oils – a review. **Food and Chemical Toxicology**, v. 46, p. 446–475, 2008.
- BASTOS, F. E. A. et al. Conservação de rosas ‘carola’ utilizando substâncias com potencial biocida. **Ornamental Horticulture**, Campinas, v.22, n.1, p. 107-113, 2016.
- BELLÉ, R. A. et al. Cártamo cultivado em diferentes épocas de semeadura e densidades de plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.42, n.12, p.2145-2152, 2012.
- BELLÉ, R. A.; SPANNENBERG, R. Produtividade e qualidade de sementes de flores produzidas em Santa Maria. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 27, n. 1, p. 51-55, 1997.
- BRACKMANN, A. et al. Qualidade pós-colheita de crisântemos (*Dedranthema grandiflora*) mantidos em soluções de ácido giberélico. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.6, p.1451-1455, 2005.
- BRAGA, M. P. et al. Relações entre tratamento térmico, germinação, vigor e sanidade de sementes de tomate. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n. 1 p.101-110, 2010.
- BRASIL. **Intercâmbio comercial do agronegócio - principais mercados de destino**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2013. 449p.
- BRITO, C. H. et al. Termoterapia para o controle de patógenos em pós-colheita em frutos da cajazeira. **Acta Science Agronômica**, Maringá, v. 30, n. 1, p. 19-23, 2008.
- CARMO, M. G. F. et al. Tratamentos de erradicação de *Xanthomonas vesicatoria* e efeitos sobre a qualidade das sementes de tomate. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.3, p.579-584, 2004.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 588p.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL, 785 p., 2005.
- COOPERATIVA VEILING HOLAMBRA. Padrão de qualidade. **Cartamus de corte**. 2016. 4p.
- CORONADO, L. M. **El cultivo del cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) en México**. Ciudad Obregon: SGI. 2010, 96p.
- COSTA, C. J. **Armazenamento e conservação de sementes de espécie do Cerrado**. Planaltina: EMBRAPA Cerrados, 2009. 30p

- COUTINHO, W. M. et al. Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de milho submetidas à termoterapia e condicionamento fisiológico. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.32, n.6, p.458-4654, 2007.
- CUNHA, R. P. et al. Termoterapia no controle de patógenos associados às sementes de abóbora. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v.11, n.2, p. 53-57, 2017.
- CURTI, G. L. et al.. Girassol ornamental: caracterização, pós-colheita e escala de senescência. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 35, n. 23, p. 240-250, 2012.
- DAI, J., PAULL, R. E. Effect of water status on Dendrobium flower spray postharvest life. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Alexandria, v. 116, n. 3, p. 491-496, 1991.
- DAJUE, L.; MÜNDEL, H. H. **Safflower - *Carthamus tinctorius* L.** Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 7. Rome: Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben/International Plant Genetic Resources Institute, 1996. 83p.
- DOLE, M. J.; WILKINS, H. F. **Floriculture, Principles and Species**. Prentice Hall. Incorporation, 2005. 1023p.
- DURIGAN, M. F. B. et al. ; Uso de soluções de manutenção contendo ácido cítrico, cloro ou 8-HQC na conservação pós-colheita de flores cortadas de gérbera ‘Suzanne’. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v.19, n.2, p.107-116. 2013.
- EKIN, Z. Resurgence of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Utilization: A global view, **Journal of Agronomy**, v. 4, n. 2, p. 83-87, 2005.
- ELLIS, R. H. The Longevity of Seeds. **Hortscience**, Wallingford, v.26, n.9, p.1120-1125, 1991.
- EMONGOR, V. Safflower (*Cartamus tinctorius* L.) the Underutilized and Neglected Crop: A Review. **Asian Journal of Plant Sciences**, v. 9, n. 6, p. 299-306, 2010.
- EMONGOR, V.; OAGILE, O. **Safflower production**. Botswana:The Regional Universities Forum for Capacity Building in Agriculture - RUFORUM. 2017. 67p.
- ESTEFANI; R. C. C.; MIRANDA FILHO, E. J.; UESUGI, C. H. Tratamentos térmico e químico de sementes de feijoeiro: eficiência na erradicação de *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* e efeitos na qualidade fisiológica das sementes. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 1, p. 434-438, 2007.
- FAO. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Production and processing of small seeds for birds**. Rome: FAO, 2005. 51p.
- 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: 20 nov. 2017.

FINGER, F.L.; CARNEIRO, T. F.; BARBOSA, J.G. Senescência pós-colheita de inflorescências de esporinha (*Consolida ajacis*). **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v.39, n.6, p.533-537, 2004.

FLEMMER, A. C.; FRANCHINI, M. C.; LINDSTRÖM L. I. Description of safflower (*Carthamus tinctorius*) phenological growth stages according to the extended BBCH scale. **Annals of Applied Biology**, v.166, n.1, p. 331–339. 2015.

FRANÇOSO, C. F.; BARBEDO, C. J. Tratamentos osmóticos e térmicos para controle de fungos em sementes de grumixameira (*Eugenia brasiliensis* Lam.) e pitangueira (*Eugenia uniflora* L.). **Hoehnea**, São Paulo, v.41, n.4, p.541-552, 2014.

GAMA, J. S. N. et al. Thermotherapy in treating fennel seeds (*Foeniculum vulgare* Mill.): effects on health and physiological quality. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 4, p. 842-849, 2014.

GAST, K. L. B. **Postharvest handling of fresh cut flowers and plant material**. Kansas: Commercial Specialty Cut Flower Production. 1997. 12p.

GIAYETTO, O. et al. Comportamiento de cultivares de cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) en la region de Río Cuarto, Córdoba (Argentina). **Investigación Agraria: Producción y protección vegetales**, Madri, v.14, n. 1, p. 203-216, 1999.

GOLDFARB, M.; QUEIROGA, V. P. Considerações sobre o armazenamento de sementes. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v.7, n.3, p.71-74, 2013.

GRONDEAU, C.; SAMSON, R.; SANDS, D. C. A Review of thermotherapy to free plant materials from pathogens, especially seeds from bacteria. **Critical Reviews in Plant Sciences**, London, v.13, n.1, 57-75, 1994.

GUIDORIZZI, F. V. C. **Acúmulo de macronutrientes e produtividade de genótipos de cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) em função da adubação nitrogenada no sistema plantio direto**. 2016. 80f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2016.

HALEVY, A. H.; MAYAK, S. Senescence and postharvest physiology of cut flowers. In: Janick, **Journal of Horticultural Reviews**, New York, v.3, p.59-143, 1981.

HENNING, A. A. **Patologia e tratamento de sementes: noções gerais**. 2. ed. Londrina: EMBRAPA Soja, 2005. 52 p. (Documentos, 264).

HONG, T. D.; ELLIS, R. H. **A protocol to determine seed storage behavior**. Rome: IPGRI Technical Bulletin N.1. International Plant Genetic Resources Institute, 1996. 62p.

HUSSAIN, M. I. et al. Salt and drought stresses in safflower: a review. **Article in Agronomy for Sustainable Development**, v.34, n.4, p.1-32, 2015.

IBRAFLOR - INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORICULTURA. **Boletim IBRAFLOR**. v. 51, ano 05, 2014. Disponível em: <<http://www.ibraflor.com/publicacoes/vw.php?cod=230>>. Acesso em: 12 jan. 2016.

IBRAFLOR - INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORICULTURA. **O mercado de flores no Brasil**. Releases a imprensa. 5p., 2017. Disponível em: < <http://www.ibraflor.com/site/wp-content/uploads/2017/11/release-imprensa-ibraflor-10-2017.pdf>>. Acesso em: 22 jul. 2018.

IBRAFLOR – INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORICULTURA. Padrão de qualidade. **Cartamus de corte**. 2000. 4p.

JOSÉ, S. C. B. R. et al. Armazenamento de sementes de girassol em temperaturas subzero: aspectos fisiológicos e bioquímicos. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.32, n.4 p.029-038, 2010.

JUNQUEIRA, A. H.; PEETZ, M. S. Brazilian consumption of flowers and ornamental plants: habits, practices and trends. **Ornamental Horticulture**, Campinas, v. 23, n.2, p. 115-120, 2017.

KÄMPF, A. N. **Produção comercial de plantas ornamentais**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 254p.

KAUR, P; MUKHERJEE, D. Senescence regulation by alcohols in cut flowers of *Calendula officinalis* L. **Acta Physiologiae Plantarum**, Warszawa, v.35, p.1853-1861, 2013.

KHALIL, N. A. A.; DAGASH, Y. M.; YAGOUB, S. O. Effect of sowing date, irrigation intervals and fertilizers on safflower (*Carthamus tinctorius* L.) yield. **Discourse Journal of Agriculture and Food Sciences**, v. 1, n. 5, p. 97-102, 2013.

KINUPP, V. F.; LORENZI, H. **Plantas alimentícias não convencionais (PANC) no Brasil – guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2014. 768p.

LAZAROTTO, M. et al. Tratamento de sementes de canafístula via calor úmido. **Revista Ciência Agraria**, v.56, n.3, p.268-273, 2013. DOI: 10.4322/rca.2013.038

LOGES, V. et al. Colheita, pós-colheita e embalagem de flores tropicais em Pernambuco. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.3, p.699-702, 2005.

LUDWIG, M. P. **Princípios da pós-colheita de grãos e sementes**. Ibirubá: IFRS Campus Ibirubá, 2017, 191p.

MACHADO, J. C. **Tratamento de sementes no controle de doenças**. Lavras: UFLA, 2000. 138 p.

MADAAN, N. et al. Studies on Biochemical Role of Accumulation of Heavy Metals in Safflower. **The Open Nutraceuticals Journal**, v.4, n.1, p.199-2014, 2011.

MARCHI, C. E. et al. Químico e termoterapia em sementes e aplicação de fungicidas em *Brachiaria brizantha* como estratégias no manejo do carvão. **Summa Phytopathol.**, Botucatu, v. 34, n. 4, p. 321-325, 2008.

MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. ABRATES: Londrina, 2015. 650p.

- MARINI, P. et al. Alterações fisiológicas e bioquímicas em sementes de arroz submetidas ao estresse térmico. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 43, n. 4, p. 722-730, 2012.
- MAROSTEGA, T. N. et al. Efeito de tratamento térmico na superação de dormência de sementes de *Passiflora suberosa* L. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 31, n. 2, p. 445-450, 2015.
- MARRONI, I. V. et al. Efeito do tratamento com calor seco e água quente sobre a germinação e controle de micro-organismos associados às sementes de mamoneira. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.76, n.4, p.761-767, 2009.
- MATHEUS, M. T.; LOPES, J. C. Termoterapia em sementes de guapuruvú (*Schyzolobium parahyba* (Vell.) Blake). **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, p. 330-332, 2007.
- MATTIUZ, C. F. et al. Aspectos fisiológicos e qualitativos da conservação pos-colheita de inflorescências de gengibre-vermelho [*Alpinia purpurata* (Vieill.) K. Schum.]. **Científica**, Jaboticabal, v.33, n.1, p.83-90, 2005.
- MENDES, M. A. S. et al. Erradicação de *Fusarium oxysporum* em sementes de alfafa utilizando termo e quimioterapia. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 2, p. 148-152, 2001.
- MENTEN, J. O.; MORAES, M. H. D. Tratamento de sementes: histórico, tipos, características e benefícios. **Informativo ABRATES**, Brasília, v.20, n.3, p.52-53, 2010.
- MIHALIAK, C. A.; GERSHENZO, J.; CROTEAU, R. Lack of rapid monoterpene turnover in rooted plants, implications for theories of plant chemical defense. **Oecologia**, v. 87, p. 373–376, 1991.
- MÜNDEL, H. H. et al. **Safflower Production on the Canadian Prairies: revisited in 2004**. Alberta: Agriculture and Agri-Food Canada, Lethbridge Research Center, 2004, 43p.
- MUNIZ, M. F. B. Controle de microrganismos associados a sementes de tomate através do uso do calor seco. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 276-280, 2001.
- NASS. NATIONAL AG STATISTICAL SERVICE. Crop Production. Annual Summary. Florida: Agricultural Statistics Board, United States Department of Agriculture (USDA), 2017. 51p.
- NOMURA, E. S.; FUZITAN, E. J.; JUNIOR, E. F. D. Soluções de condicionamento em pós-colheita de inflorescências de antúrio. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 61, n.2, p. 219-225, 2014.
- NOWAK, J.; GOSZCZYNSKA, M. D.; RUDNICKI, R. M. Storage of cut flowers and ornamental plants: present status and future prospects. **Postharvest News and Information**, v.2, n.4, p.255-260, 1991.
- NOWAK, J.; RUDNICKI, R.M. **Postharvest handling and storage of cut flowers, florist greens, and potted plants**. Portland: Timber, 1990. 210p.
- OELKE, E. A. et al. **Safflower**. Alternative Field Crops Manual, 1992. 8p.

- OLIVEIRA, M. D. M. et al. Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de *Amburana cearenses* A.C. Smith submetidas à termoterapia e tratamento químico. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v.33, n.1, p.45-50, 2011.
- PAIVA, P. D. O.; ALMEIDA, E. F. A. **Produção de flores de corte**. Lavras: UFLA, 2014, v. 2. 819p.
- PLASMEIJER, J.; YAMAI, C. **Cut Flowers and Ornamental Plants**. Geneva: Market News Service - Floriculture Products. 2012. 33p.
- POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. 2. ed. Brasília: ABRATES, 1985. 289p.
- RAI, S. K.; CHARAK, D.; BHARAT, R. Scenario of oilseed crops across the globe. **Plant Archives**, v.16, n.1, p. 125-132, 2016.
- RIVAS, J.; MATARAZZO, R. Producción de cártamo conderaciones generales. Boletín de divulgación n.20. Buenos Aires: INTA, 2009. 23p.
- ROBERTS, E. H. Predicing the storage life of seeds. **Seed Science and Techonology**, v.1, n.3, p; 414-499, 1973.
- ROCHA, E. K. **Fenologia e qualidade de *Carthamus tinctorius* L. em diferentes populações e épocas de cultivo**. 2005. 74f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.
- ROQUE, N. BAUTISTA, H. **Asteraceae : caracterização e morfologia floral**. Salvador : EDUFBA, 2008. 73p.
- SALES, J. F. et al. The germination of bush mint (*Hyptis marruboides* EPL) seeds as a function of haverst stage, light, temperature and duration of storage. **Acta scientiarum. Agronomy**, Maringá, v.33, n.4, p.709-713, 2011.
- SAMPAIO, M. C. et al. Effect of plant density on oil yield of safflower. **African Journal of Agricultural Research**, v. 12, n. 25, p. 2147-2152, 2017.
- SANTOS, L. A. et al. Radioterapia e termoterapia como tratamentos de sementes de soja. **Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science**, Guarapuava, v. 9, n .2, p. 37-44, 2016.
- SANTOS, R. F.; SILVA, M. A. *Carthamus tinctorius* L.: Uma alternativa de cultivo para o Brasil. **Acta Iguazu**, Cascavel, v.4, n.1, p. 26-35, 2015.
- SEBRAE. SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. **Pesquisas reduzem desperdícios**. In: SEBRAE Agronegócios. Brasília, 2005. v.1, 57p.
- SILVA, C. J. **Caracterização agrônômica e divergência genética de acessos de cártamo**. 2013. 59f. Tese (Doutorado em Agronomia/Agricultura), Faculdades de Ciências Agrônômicas de Botucatu – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu. 2013.

SILVA, J. A. T. Ornamental Cut Flowers: Physiology in Practice. **Inside the ornamental cut flower**. Floriculture, Ornamental and Plant Biotechnology. Global Science Books, UK. v.1, p.124-140, 2006.

SILVA, L.R.; SILVA, S.M. Armazenamento de crisântemos brancos sob condição ambiente utilizando soluções conservantes. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.31, n.1, p.85-92, 2010.

SINGH, V.; NIMBKAR, N. **Safflower (*Carthamus tinctorius L.*)**. In: Singh, R. J. (Ed.). Genetic Resources, Chromosome Engineering, and Crop Improvement. CRC, New York, 4: 167-194, 2006.

SONEGO, G.; BACKMANN, A. Conservação de pós-colheita de flores. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 25, n. 3, p. 473-479, 1995.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II**. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2005. 640p.

STONE. A. **Safflower plants enabling a bio based industrial economy**.2017. Disponível em: < <https://fuelsandlubes.com/fli-article/safflower-plants-enabling-a-bio-based-industrial-economy/>>. Acessado em: 15 nov. 2017.

STRECK, N. A. et al. Estimating leaf appearance rate and phyllochron in safflower (*Carthamus tinctorius L.*) **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n.6, p. 1448-1450, 2005.

TRIGO, M. F. O. et al. **Tratamento térmico em sementes de cenoura**. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.3, p.357-361, 1998.

UHER, J. Safflower in European floriculture: a review. In: 7<sup>th</sup> INTERNATIONAL SAFFLOWER CONFERENCE, 2008, Wagga Wagga, Australia. **Anais...** Wagga Wagga, Australia. p.1-8, 2008.

WALTERS, C. et al. Preservation of recalcitrant seeds. **Science**, v.339, n.1, p.915-916, 2013.

ZOZ, T. **Avaliação de genótipos de cártamo quanto ao Desempenho agrônômico, divergência genética e produtividade da água**. 2015. 77f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2015.

### 3 CAPÍTULO I

#### TERMOTERAPIA VIA CALOR ÚMIDO PARA O TRATAMENTO DE SEMENTES DE *Carthamus tinctorius* L. (ASTERACEAE)

##### RESUMO

Os objetivos deste trabalho foram avaliar o método de termoterapia via calor úmido para o tratamento de sementes de *Carthamus tinctorius* L. (cártamo) e, verificar seu efeito sobre a qualidade fisiológica das mesmas e a qualidade sanitária dos diásporos. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, arranjos em esquema fatorial 5x6+1, com níveis de temperaturas: 25, 35, 45, 55 e 65° C e com seis períodos de tempo: 5, 10, 15, 30, 45 e 60 min, mais o tratamento adicional (testemunha: sem tratamento), com oito repetições. Os diásporos (fruto tipo cipsela concrecido com semente) foram acondicionados em Becker de 500 mL e estes mantidos em aparelho de banho-maria termodigital com água aquecida conforme o fatorial supracitado. Avaliou-se o grau de umidade das sementes após a termoterapia, a germinação aos quatro e 14 dias após a semeadura, a emergência no campo, os índices de velocidade de germinação e emergência, o comprimento e a massa seca de plântula e o teste de sanidade. Observou-se que o tratamento dos diásporos via termoterapia calor úmido foi eficiente no controle de fitopatógenos sem prejuízo a qualidade fisiológica das sementes até 45° C. E, que a combinação de 45° C por 15 min proporcionou a maior redução dos patógenos incrementando o potencial germinativo e de emergência no campo.

**Palavras-chave:** Cártamo. Qualidade fisiológica. Sanidade.

### 3.1 INTRODUÇÃO

O *Carthamus tinctorius* L. (cártamo) é uma espécie de interesse econômico com ampla aptidão de uso, desde alimentar a ornamental, oferecendo alta variabilidade de matérias-primas. Como planta ornamental destacam-se as inflorescências pela beleza, rusticidade e versatilidade de forma de uso, como, flor cortada fresca e/ou seca (ABUD et al, 2010; EMONGOR; OAGILE, 2017; KHALIL; DAGASH; YAGOUB, 2013).

As sementes de cártamo possuem alto teor de óleo, em média de 35%, que é extraído e utilizado como matéria-prima nas indústrias alimentícia, farmacêutica e petroleira, com cultivo para este fim em mais de 60 países, em destaque produtivo na China, Canadá e Peru. No Brasil, o cultivo de cártamo ainda é incipiente tanto para produção de sementes como flores de corte (FAOSTAT, 2017; SANTOS; SILVA, 2015).

A qualidade fitossanitária das sementes de plantas ornamentais contribui positivamente para a formação do estande de plantas e, conseqüentemente, para uma produção de qualidade de suas hastes florais, bem como, a produção de sementes. Desta maneira, o tratamento de sementes é imprescindível para evitar a disseminação de doenças a campo. Entre as técnicas de tratamentos de sementes a termoterapia via calor úmido ou imersão de água quente torna-se uma alternativa viável e com baixo impacto ambiental (LAZAROTTO et al., 2013; SCHNEIDER et al., 2015; SILVA et al., 2002).

Entre os métodos termoterápicos, a via calor úmido utiliza o binômio temperatura-tempo, para tratamento de sementes por imersão em água aquecida, devendo ser ajustada para cada espécie, de maneira que mantenha sua qualidade fisiológica e controle à incidência de fitopatógenos (MACHADO, 2000; PEREIRA et al., 2015). Este método apresenta elevada capacidade térmica e menor tempo de exposição das sementes ao calor úmido, evitando o rompimento precoce do tegumento e, logo, a embebição em água aquecida amenizando danos e o extravasamento desacerbado das substâncias via membrana (ARAÚJO et al., 2018; COUTINHO et al., 2007; MENTEN; MORAES, 2010).

A termoterapia via calor úmido tem se mostrado eficiente para germinação das sementes de diversas espécies de várias famílias, com variados hábitos e importâncias, tais como: abóbora (*Cucurbita pepo* L.) (CUNHA et al., 2017), acácia (*Acacia mangium* Wild) (ARAÚJO et al., 2018), alfafa (*Medicago sativa* L.) (MENDES et al., 2001), braquiária (*Brachiaria brizantha* Hochst.) (MARCHI et al., 2008), cajá (*Spondias mombin* L.) (BRITO et al., 2008), canafístula (*Peltophorum dubium* Spreng.) (LAZAROTTO et al., 2013), cumaru (*Amburana cearensis* A.C. Smith) (OLIVEIRA et al., 2011), feijão (*Phaseolus vulgaris* L.)

(ESTEFANI; MIRANDA FILHO; UESUGI, 2007), mamona (*Ricinus communis* L.) (MARRONI et al., 2009), maracujá (*Passiflora suberosa* L.) (MAROSTEGA et al., 2015), milho (*Zea mays* L.) (COUTINHO et al., 2007), pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) (SCHNEIDER et al., 2015), tomate (*Solanum lycopersicum* L.) (BRAGA et al., 2010; CARMO et al., 2004; MUNIZ, 2001), entre outros, sem prejuízo na qualidade fisiológica, oferecendo uma alternativa ao uso de produtos químicos, comumente, utilizados nos tratamentos das mesmas. Oliveira et al. (2011) ressaltam que esta forma de tratamento de sementes é viável para o controle de patógenos, sem prejuízos ambientais, por não usar poluentes e nem emitir resíduos.

Assim, os objetivos deste trabalho foram avaliar o método de termoterapia via calor úmido para o tratamento de sementes de *Carthamus tinctorius* L. (cártamo) e, verificar seu efeito sobre a qualidade fisiológica das mesmas e a qualidade sanitária dos diásporos.

### 3.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de setembro a novembro de 2016 e de maio a julho de 2017, no Laboratório Didático e de Pesquisas em Sementes, Departamento de Fitotecnia, da Universidade Federal de Santa Maria (29°43' S; 53°43' W e altitude de 95m). Os diásporos (fruto tipo cipsela concrecido com semente) de cártamo utilizados foram da cultivar Yellow Saffron, colhidos na safra 2015/2016, e armazenados em câmara fria (15° C e 40% UR) em sacos de papel kraft (tipo pardo de 1,0 kg), com grau de umidade médio de 9,0% até a execução deste experimento.

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5x6+1, com níveis de temperaturas: 25, 35, 45, 55 e 65° C e com seis períodos de tempo: 5, 10, 15, 30, 45 e 60 min, mais o tratamento adicional (testemunha: sem tratamento), com oito repetições. Os diásporos foram acondicionados em Becker de vidro de 500 mL contendo água destilada e este mantido em aparelho de banho-maria termodigital com água aquecida nas temperaturas e tempos conforme o fatorial supracitado. Previamente, os diásporos foram embebidos em água destilada não aquecida, durante uma hora, para eliminação de bolsões de ar entre os tecidos mortos superficiais, facilitando a condução de calor nos tecidos das sementes (COUTINHO et al., 2007). Após o tratamento termoterápico os diásporos foram postos para secar sobre papel-toalha a temperatura ambiente pelo período de 24 h.

Na sequência avaliaram-se as qualidades pelos seguintes testes:

**Grau de umidade dos diásporos após termoterapia:** determinado pelo método de estufa  $105\pm 3^\circ\text{C}$  por 24 h, utilizando-se quatro repetições de 5 g (adaptado BRASIL, 2009a).

**Teste padrão de germinação (TPG) e índice de velocidade de germinação (IVG):** os diásporos, com oito repetições de 50 unidades, foram distribuídos 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  $25\pm 2^\circ\text{C}$  (BRASIL, 2009a). As avaliações de germinação foram aos quatro e aos 14 DAS (dias após a semeadura), e os resultados expressos em percentagem de plântulas normais. O IVG foi realizado com avaliações diárias conforme a metodologia de Maguire (1962) utilizou-se como critério o alongamento da raiz primária e emergência dos cotilédones (ABUD et al., 2010).

**Comprimento e massa seca de plântula:** os diásporos, com oito repetições de 20 unidades, foram mantidos 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  $65\pm 5^\circ\text{C}$  por 48 h (NAKAGAWA, 1999).

**Emergência no campo e índice de velocidade de emergência (IVE):** os diásporos, com oito repetições de 50 unidades, foram distribuídos 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. O IVE foi realizado com avaliações diárias conforme a metodologia de Maguire (1962) utilizou-se como critério o desenvolvimento completo dos cotilédones e epicótilo (ABUD et al., 2010).

Para as variáveis de germinação e emergência de plântulas no campo, utilizou-se como referência a Instrução Normativa n.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:** os diásporos, com oito repetições de 25 unidades, 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 das sementes 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 diásporos infestados.

Os dados expressos em percentagem foram transformados em arco-seno  $\sqrt{x/100}$ . As análises de variância dos dados foram realizadas com auxílio do programa SISVAR (FERREIRA, 2014). Primeiramente, para as variáveis com interação significativa entre temperaturas e tempos (Quadrado médio, Apêndice 3.A), realizou-se a superfície de resposta polinomial quadrática com a determinação dos pontos críticos (Apêndice 3.B). Para todas as variáveis analisadas a superfície de resposta apresentou ponto de sela, assim, optou-se por realizar o teste de contraste ( $p < 0,05$ ) do tratamento adicional (testemunha) versus o fatorial (níveis de temperatura e períodos de tempo) e, também a comparação de médias do desdobramento do fatorial pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ). A correlação de Pearson ( $p < 0,05$ ) foi realizada entre as sementes infestadas totais e a germinação (quatro e 14 DAS), emergência de plântulas e sementes mortas no teste de germinação.

### 3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Comparando por contraste o tratamento adicional (testemunha) com o fatorial termoterápico (níveis de temperatura e períodos de tempo), as qualidades das sementes de cártamo foram significativas ( $p < 0,05$ ), bem como, a interação entre os fatores testados. No geral, o tratamento testemunha apresentou média superior às combinações de temperatura e tempo, exceto para a variável de grau de umidade dos diásporos, que apresentou estimativa negativa e não significância do fatorial (Tabela 3.1).

Observou-se que para os períodos de tempos a 65° C não houve germinação e emergência, esta temperatura promoveu a morte embrionária das sementes de cártamo. Assim, colaborando para o resultado positivo da estimativa do tratamento testemunha em relação à qualidade fisiológica destas sementes. Pereira et al. (2015) e Araújo et al. (2018) apontam que a eficiência da termoterapia como tratamento de sementes, se fundamenta no ajuste ideal do binômio temperatura-tempo, inclusive no conhecimento dos pontos letais da semente e dos fitopatógenos.

Tabela 3.1 - Estimativa do contraste entre a testemunha e as combinações de temperatura e tempo, e comparação de médias das combinações para qualidade física dos diásporos e fisiológica das sementes e das plântulas de *Carthamus tinctorius* L. submetido à termoterapia via calor úmido.

(continua)

Tratamento Adicional		Fatorial (níveis de temperatura x períodos de tempo) <sup>B</sup>						
		Temperatura (° C)	Períodos de tempo (minutos)					
			5	10	15	30	45	60
<b>Grau de umidade dos diásporos (%)</b>								
Testemunha	8,5	25	10,1 <sup>ns</sup>	10	10,4	11,1	11,6	11,4
Estimativa <sup>A</sup>	-92 *	35	10,3	10,2	10,6	11,3	11,8	11,7
		45	10,6	10,5	10,9	11,6	12,2	12
		55	11,1	11	11,4	12,2	12,8	12,6
CV (%)	5,62	65	11,7	11,6	12	12,8	13,4	13,3
<b>Germinação aos quatro DAS (%)</b>								
Testemunha	39	25	41 Aa **	40 Aa	40 Aa	37 Ab	36 Ac	35 Ac
Estimativa <sup>A</sup>	525 *	35	39 Ba	39 Aa	40 Aa	32 Bc	36 Ab	36 Ab
		45	41 Aa	40 Aa	40 Aa	30 Bb	24 Bc	22 Bc
		55	10 Da	10 Ba	10 Ba	7 Ca	0 Cb	0 Cb
CV (%)	9,45	65	0 Ea	0 Ca	0 Ca	0 Da	0 Ca	0 Ca
<b>Germinação aos 14 DAS (%)</b>								
Testemunha	66	25	70 Aa **	70 Aa	70 Ba	70 Aa	69 Aa	68 Aa
Estimativa <sup>A</sup>	785 *	35	63 Ba	65 Ba	71 Ba	52 Cc	36 Cd	32 Cd
		45	73 Aa	73 Aa	75 Aa	63 Bb	58 Bc	54 B c
		55	19 Ca	19 Ca	20 Ca	14 Db	0 Dc	0 Dc
CV (%)	8,65	65	0 Da	0 Da	0 Da	0 Ea	0 Da	0 Da
<b>Emergência no campo (%)</b>								
Testemunha	76	25	80 Aa **	81 Aa	79 Bb	76 Ab	74 Ab	70 Ab
Estimativa <sup>A</sup>	741*	35	73 Ba	73 Ba	72 Ca	69 Bb	68 Bb	64 Bb
		45	80 Aa	81 Aa	83 Aa	76 Ab	68 Bc	66 Bc
		55	66 Ca	58 Cb	46 Dc	43 Cc	0 Cd	0 Cd
CV (%)	6,86	65	0 Da	0 Da	0 Ea	0 Da	0 Ca	0 Ca
<b>Índice de velocidade de germinação até quatro DAS (IVG)</b>								
Testemunha	56,4	25	41,0 Aa **	33,8 Aa	32,7 Aa	18,7 Bb	17,4 Ab	16,9 Bb
Estimativa <sup>A</sup>	1.162 *	35	21,0 Ca	19,5 Bb	18,9 Bb	23,5 Aa	21,9 Aa	21,2 Aa
		45	36,4 Ba	36,0 Aa	37,6 Aa	27,5 Ab	18,8 Ac	19,1 Ac
		55	22,0 Ca	15,1 Bb	15,3 Bb	17,6 Bb	0,0 Bc	0,0 Cc
CV (%)	35,93	65	0,0 a	0,0 Ca	0,0 Ca	0,0 a	0,0 Ba	0,0 Ca
<b>Índice de velocidade de emergência até 14 DAS (IVE)</b>								
Testemunha	26,1	25	26,1 Aa **	26,9 Aa	24,3 Ab	24,4 Ab	22,9 Ac	23,0 Ac
Estimativa <sup>A</sup>	309 *	35	23,6 Aa	22,5 Bb	23,4 Aa	22,2 Ab	20,9 Ac	20,9 Ac
		45	25,4 Aa	24,0 Ab	26,6 Aa	23,1 Ac	20,0 Ad	20,2 Ad
		55	19,0 Ba	17,0 Ca	14,3 Bb	12,9 Bc	0,0 Bd	0,0 Bd
CV (%)	7,16	65	0,0 Ca	0,0 Da	0,0 Ca	0,0 Ca	0,0 Ba	0,0 Ba
<b>Comprimento radicular de plântulas (cm)</b>								
Testemunha	5,7	25	6,2 Aa **	6,2 Aa	6,0 Ab	6,7 Aa	6,4 Aa	6,6 Aa
Estimativa <sup>A</sup>	64 *	35	4,8 Ca	5,0 Ba	4,6 Bb	4,0 Bb	3,7 Cc	3,9 Bb
		45	5,4 Ba	4,7 Bb	4,7 Bb	4,4 Bb	4,1 Bc	4,0 Bc
		55	4,9 Ca	4,2 Ba	4,2 Ba	3,9 Bb	0,0 Dc	0,0 Cc
CV (%)	15,03	65	0,0 Da	0,0 Ca	0,0 Ca	0,0 Ca	0,0 Da	0,0 Ca
<b>Comprimento de parte aérea de plântulas (cm)</b>								
Testemunha	1,4	25	2,5 Aa **	1,5 Ab	1,6 Ab	1,6 Bb	1,5 Ab	1,3 Ab
Estimativa <sup>A</sup>	9,4 *	35	1,5 Bb	1,6 Ab	1,6 Ab	2,0 Aa	1,5 Ab	1,4 Ab
		45	2,1 Aa	1,3 Aa	1,3 Aa	1,3 Ba	1,2 Aa	1,3 Aa
		55	1,3 Ba	1,7 Aa	1,1 Ab	1,1 Bb	1,0 Ab	0,0 Bc
CV (%)	38,77	65	0,0 Ca	0,0 Ba	0,0 Ba	0,0 Ca	0,0 Ba	0,0 Ba



A qualidade fisiológica inicial do lote dos diásporos de cártamo utilizado, neste trabalho, apresentou sementes com 66% de germinação aos 14 DAS e, em condições de campo 76% de emergência de plântulas (Tabela 3.1), caracterizando-se como lote comercial segundo os padrões do MAPA (BRASIL, 2013). Verificou-se que a germinação deste lote se manteve comercialmente, a temperatura de 25° C em todos os períodos de tempos testados, obtendo o mesmo desempenho para a emergência no campo. Já nas temperaturas de 35 e 45° C o padrão de germinação permanece até o período de 15 min em exposição ao calor úmido.

Entre os tratamentos termoterápicos, verificou-se que o tratamento de 45° C 15 min<sup>-1</sup> sobressaiu-se aos demais, resultando em 75% de germinação em laboratório e 83% de emergência no campo. Oliveira et al. (2011) verificaram o aumento da expressão do potencial germinativo das sementes de cumaru conforme a exposição calor úmido (60° C) por 5, 10 e 20 min, como verificado no tratamento de 45° C 15 min<sup>-1</sup> para as sementes de cártamo.

Contudo, Coutinho et al. (2007) verificaram a redução do potencial germinativo das sementes de milho tratadas por termoterapia via calor úmido, com germinação próximo de zero no tratamento mais rigoroso (60° C 20 min<sup>-1</sup>). Estes resultados corroboram com os resultados apresentados, no tratamento mais rigoroso (65° C 60 min<sup>-1</sup>) que promoveu a inibição total da germinação e emergência no campo.

Observou-se que a emergência de plântulas no campo ocorreu até 55° C 30 min<sup>-1</sup> (Tabela 3.1), permitindo aos diásporos de cártamo tratados por termoterapia uma melhoria na expressão do potencial de produção de plântulas em relação à germinação. Esta melhoria pode ser explicada pela interação do ambiente (condições não controladas), substrato (solo) e aos fitopatógenos incidentes nos diásporos, pois no teste padrão de germinação há uma constância nas condições ambientais, o que propicia a pressão do inóculo sobre os diásporos (fruto e semente) e no substrato (papel de germinação).

Os índices IVG e IVE (índice de velocidade de germinação e emergência) foram decrescentes conforme o aumento da temperatura e do período de exposição dos diásporos ao calor úmido, com valores que confirmam a germinação aos quatro DAS, demonstrando a viabilidade de germinação e de emergência até 45° C 30 min<sup>-1</sup> (Tabela 3.1). Isto indica que conforme a exposição dos diásporos de cártamo ao calor úmido, mais lento foi o desencadeamento dos processos metabólicos das reservas nutricionais pelas sementes. Marcos-Filho (2015) relata que o processo de deterioração das sementes depende da herança genética desde o rearranjo das membranas para o início do processo trifásico germinativo, somados ao grau de umidade e a exposição ao calor.

Observou-se que conforme o aumento dos níveis de temperaturas e os períodos de exposição ao calor úmido dos diásporos menor foi o desenvolvimento das plântulas de cártamo (comprimento e massa seca) (Tabela 3.1). Constatou-se que as reservas das sementes germinadas foram mobilizadas para o comprimento de plântula em 76,7 e 23,3% para as partes radicular e aérea, respectivamente. Com a partição da massa seca plantular de 16,4 e 83,6% para as partes radicular e aérea, respectivamente.

Nota-se que as plântulas de cártamo possuem inicialmente maior expansão na parte radicular, contudo, com menor massa seca. Abud et al. (2010) relatam que as sementes de cártamo apresentaram germinação do tipo epígea e a plântula fanerocotiledonar, primeiramente, ocorre a protrusão da radícula, com maior expansão em volume, e na sequência a emergência dos cotilédones originando a parte aérea.

No teste de sanidade, verificou-se elevada incidência de fitopatógenos (42%) sobre os diásporos de cártamo (Tabela 3.2). No entanto, observou-se uma significativa redução na infestação de patógenos nos diásporos conforme os tratamentos termoterápicos, em que o aumento do período de exposição ao calor úmido beneficiou esta redução, sendo semelhantes entre as temperaturas testadas. Coutinho et al. (2007) utilizando termoterapia para controle fitopatogênico em sementes de milho, concluíram que a menor infestação ocorreu conforme o aumento do período de exposição ao calor úmido, corroborando com os esses resultados. Braga et al. (2010) ressaltam que o sucesso da termoterapia depende da combinação satisfatória entre o controle fitopatogênico e a manutenção mínima da qualidade fisiológica das sementes.

A identificação dos patógenos sobre os diásporos de cártamo ocorreu em nível de gênero (*Aspergillus* spp., *Botrytis* spp., *Fusarium* spp., *Penicillium* spp. e *Sclerotinia* spp.). No tratamento testemunha (42%) das sementes totais infestadas, o *Aspergillus* spp. representava 81% destes patógenos (Tabela 3.2). Os patógenos do gênero *Sclerotinia* spp. apresentaram alta infestação nos tratamentos termoterápicos com períodos de exposição ao calor úmido de 45 e 60 min.

Girardi et al. (2013) verificaram alta incidência de patógenos em diásporos 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. são os fitopatógenos que mais contribuem para a deterioração das sementes depreciando sua qualidade fisiológica.

Os patógenos do gênero *Botrytis* spp. apresentaram menores percentagens de infestação, sendo a termoterapia eficiente para o controle destes. Contudo, o mesmo não foi



Schneider et al. (2015) concluíram que os tratamentos térmicos 25; 45; 50 e 55° C por 15 min não foram eficientes para controlar o patógeno *Fusarium* spp. incidentes nas sementes oleaginosas de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.), confirmando os resultados do presente trabalho. Lazarotto et al. (2013) verificaram que os tratamentos termoterápicos via calor úmido (80° C por 0; 5; 10; 15 e 20 min) não foram eficientes para impedir a infestação de fitopatógenos sobre as sementes de canafístula sem afetar negativamente a sua qualidade fisiológica.

Todavia, Cunha et al. (2017) concluíram que a termoterapia via calor úmido por 60° C por até 18 min reduzem a incidência de fitopatógenos em sementes de abóbora sem prejuízo na sua qualidade fisiológica. Araújo et al. (2018) observaram que o uso de termoterapia para as sementes de acácia (70° C 15 min<sup>-1</sup>) reduziu a incidência de patógenos sobre as mesmas, incrementando seu potencial germinativo, em virtude do benefício que a termoterapia promoveu na superação da dormência destas sementes.

Na Tabela 3.3, apresentam-se os coeficientes de correlação linear entre dos diásporos infestados totais no teste de sanidade e os testes padrão de germinação e emergência a campo. Observou-se que houve correlação positiva entre as sementes infestadas totais e a germinação (quatro DAS) das sementes, destacando os tratamentos termoterápicos de 35° C 10 min<sup>-1</sup> e 45° C 10 min<sup>-1</sup>, com 20 e 26% dos diásporos infestados, respectivamente (Tabela 3.1).

A correlação positiva de maior destaque para a germinação aos 14 DAS (0,96) foi no período de exposição zero em água em todas as temperaturas testadas, nestes tratamentos tem-se 42% de diásporos infestados. Já as correlações positivas para a emergência no campo foram nos tratamentos de 45° C 10 min<sup>-1</sup> e 55° C 10 min<sup>-1</sup> (Tabela 3.3), estes tratamentos apresentaram diásporos infestados totais de 26 e 22% respectivamente.

As correlações positivas das sementes mortas de cártamo no teste de germinação foram distintas em virtude da alta variação de sementes infestadas. Constatou-se que quanto maior a incidência de fitopatógenos mais afeta negativamente a germinação de plântulas normais aos quatro e 14 DAS e a emergência a campo. Härter et al. (2014) relatam a importância da isenção de fitopatógenos sobre o material propagativos, pois a contaminação das mesmas podem acarretar prejuízos no desenvolvimento futuro das plantas no campo.

Em relação à sanidade dos diásporos de cártamo após a submissão a termoterapia via calor úmido, observou-se eficiência no controle percentual dos fitopatógenos em todas as temperaturas e períodos de tempo testados. Observou-se que este método termoterápico preserva a qualidade fisiológica das sementes de cártamo até a temperatura de 45° C.

Tabela 3.3- Coeficientes de correlação linear de Pearson entre os diásporos infestados totais no teste de sanidade e as germinações aos quatro e 14 DAS (dias após a semeadura), emergência no campo e sementes mortas no teste de germinação de *Carthamus tinctorius* L. submetidas à termoterapia via calor úmido.

Tratamento Adicional	Fatorial (níveis de temperatura x períodos de tempo)							
	Temperatura (° C)	Períodos de tempo (minutos)						
		5	10	15	30	45	60	
<b>Germinação aos quatro DAS</b>								
Testemunha	0,43**	25	-0,76	-0,39	-0,66	-0,3	0,42**	-0,43
		35	0,65**	0,93**	-0,72	-0,52	0,86**	-0,5
		45	0,30**	0,76**	-0,16	-0,33	-0,99	-0,48
		55	0	-0,96	-0,65	0	0	0
		65	0	0	0	0	0	0
<b>Germinação aos 14 DAS</b>								
Testemunha	0,96**	25	-0,63	-0,8	-0,28	0,90**	0,17**	-0,85
		35	-0,41	0,50**	-0,76	-0,47	-0,07	-0,85
		45	-0,63	-0,17	0,66**	0,58**	-0,14	-0,88
		55	0,04	0,06	-0,31	-0,49	0	0
		65	0	0	0	0	0	0
<b>Emergência no campo</b>								
Testemunha	-0,02	25	0,22**	0,08	-0,76	0,48**	0,69**	0,58**
		35	0,22**	-0,05	-0,76	0,49**	0,69**	0,58**
		45	-0,52	0,84**	-0,13	-0,82	0,14**	0,29**
		55	-0,52	0,84**	-0,13	-0,82	0	0
		65	0	0	0	0	0	0
<b>Sementes mortas no teste de germinação</b>								
Testemunha	-0,23	25	0,22**	0,35**	0,33**	0,67**	0,87**	0
		35	0,36**	-0,54	0,85**	0,40**	0,24**	0,24**
		45	0,60**	-0,68	-0,31	-0,44	0,11*	0,73**
		55	-0,43	0,27**	0,32**	0,82**	0,99**	-0,48
		65	0,73**	-0,58	0,18**	-0,13	0,37**	0,54**

\*\* e \* são significativos pelo teste *t* em 0,01 e 0,05 de probabilidade de erro, respectivamente. DAS: dias após a semeadura.

Entre a variação dos tratamentos termoterápicos testados sobre os diásporos de cártamo, destaca-se a combinação de 45° C 15 min<sup>-1</sup>, por promover melhoria na expressão fisiológica das mesmas para a germinação aos quatro DAS (40%), germinação aos 14 DAS (75%) e emergência no campo (83%), além do controle sobre os diásporos infestados totais (26%).

### 3.4 CONCLUSÃO

O tratamento de sementes por meio da termoterapia via calor úmido é eficiente para o controle de fitopatógenos incidentes nos diásporos de cártamo, sem prejuízo à qualidade fisiológica. Dentre os tratamentos a combinação de 45° C 15 min<sup>-1</sup> proporcionou melhor qualidade fitossanitária para as sementes, incrementando ainda o seu potencial de germinação e de emergência no campo.

## REFERÊNCIAS

- ABUD, H. F. et al. Morfologia de sementes e plântulas de cártamos. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 2, p. 259-265, 2010.
- ARAÚJO, F. S. et al. Tratamento térmico úmido em sementes de *Acacia mangium*. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 41, n. 3, p. 702-708, 2018.
- BRAGA, M. P. et al. Relações entre tratamento térmico, germinação, vigor e sanidade de sementes de tomate. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n. 1 p.101-110, 2010.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa n. 45**. Brasília. MAPA. 2013, 38p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de Análise Sanitária de Sementes**. Brasília: MAPA, 2009b. 200p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: MAPA, 2009a. 395p.
- BRITO, C. H. et al. Termoterapia para o controle de patógenos em pós-colheita em frutos da cajazeira. **Acta Science Agronômica**, Maringá, v. 30, n. 1, p. 19-23, 2008.
- CARMO, M.G.F. et al. Tratamentos de erradicação de *Xanthomonas vesicatoria* e efeitos sobre a qualidade das sementes de tomate. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.3, p.579-584, 2004.
- COUTINHO, W. M. et al. Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de milho submetidas à termoterapia e condicionamento fisiológico. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 6, p. 458-4654, 2007.
- CUNHA, R. P. et al. Termoterapia no controle de patógenos associados às sementes de abóbora. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v. 11, n.2, p. 53-57, 2017.
- EMONGOR, V.; OAGILE, O. **Safflower production**. Botswana: The Regional Universities Forum for Capacity Building in Agriculture - RUFORUM. 2017. 67p.
- ESTEFANI; R. C. C.; MIRANDA FILHO, E. J.; UESUGI, C. H. Tratamentos térmico e químico de sementes de feijoeiro: eficiência na erradicação de *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* e efeitos na qualidade fisiológica das sementes. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 1, p. 434-438, 2007.
- 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: 02 mar. 2018.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: A guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v.38, n. 2, p.109-112, 2014.

- GIRARDI, L. B. et al. 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.
- HARTER, L.S.H. et al. Salinidade e desempenho fisiológico de sementes e plântulas de mogango. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.32, n.1, p.80-85, 2014.
- KHALIL, N. A. A.; DAGASH, Y. M.; YAGOUB, S. O. Effect of sowing date, irrigation intervals and fertilizers on safflower (*Carthamus tinctorius* L.) yield. **Discourse Journal of Agriculture and Food Sciences**, v. 1, n. 5, p. 97-102, 2013.
- LAZAROTTO, M. et al. Tratamento de sementes de canafístula via calor úmido. **Revista Ciência Agraria**, v. 56, n. 3, p. 268-273, 2013. DOI: 10.4322/rca.2013.038
- MACHADO, J. C. **Tratamento de sementes no controle de doenças**. Lavras: UFLA, 2000. 138 p.
- MAGUIRE, J. D. 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, 2015. 650p.
- MARCHI, C. E. et al. Químico e termoterapia em sementes e aplicação de fungicidas em *Brachiaria brizantha* como estratégias no manejo do carvão. **Summa Phytopathol.**, Botucatu, v. 34, n. 4, p. 321-325, 2008.
- MAROSTEGA, T. N. et al. Efeito de tratamento térmico na superação de dormência de sementes de *Passiflora suberosa* L. **Bioscience Journal** , Uberlândia, v. 31, n. 2, p. 445-450, 2015.
- MARRONI, I. V. et al. Efeito do tratamento com calor seco e água quente sobre a germinação e controle de micro-organismos associados às sementes de mamoneira. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.76, n.4, p.761-767, 2009.
- MENDES, M. A. S. et al. Erradicação de *Fusarium oxysporum* em sementes de alfafa utilizando termo e quimioterapia. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 2, p. 148-152, 2001.
- MENTEN, J. O.; MORAES, M. H. D. Tratamento de sementes: histórico, tipos, características e benefícios. **Informativo ABRATES**, Brasília, v. 20, n. 3, p. 52-53, 2010.
- MUNIZ, M. F. B. Controle de microrganismos associados a sementes de tomate através do uso do calor seco. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 276-280, 2001.
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: KRZYZANOSWIKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO. J.B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES. 1999. 218p.
- OLIVEIRA, M. D. M. et al. Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de *Amburana cearenses* A.C. Smith submetidas à termoterapia e tratamento químico. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 33, n. 1, p. 45-50, 2011.

PEREIRA, R. B.; SILVA, P. P.; NASCIMENTO, W. M.; PINHEIRO, J. B. **Tratamento de sementes de hortaliças**. Circular Técnica 140. Brasília: EMBRAPA. 2015. 16p.

SANTOS, R. F.; SILVA, M. A. *Carthamus tinctorius* L.: Uma alternativa de cultivo para o Brasil. **Acta Iguazu**, Cascavel, v.4, n.1, p. 26-35, 2015.

SCHNEIDER, C. F. et al. Termoterapia na qualidade fisiológica e sanitária de sementes armazenadas de pinhão-manso. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 1, p. 47-56, 2015.

SILVA, A. M. S. et al.. Termoterapia via calor seco no tratamento de sementes de tomate: eficiência na erradicação de *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* e efeitos sobre a semente.. **Fitopatologia Brasileira**, v. 27, n. 6, p. 586-593, 2002.

APÊNDICE 3.A - Análise de variância das variáveis de qualidade fisiológica e sanitária das sementes de *Carthamus tinctorius* L. submetidas à termoterapia via calor seco, em esquema fatorial 5x6+1 (níveis de temperatura: 25, 35, 45, 55 e 65° C e períodos de tempo: 5, 10, 15, 30, 45 e 60 min) mais o tratamento adicional (testemunha), com oito repetições.

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Quadro médio (QM)			
		GRU <sup>A</sup>	GER04 <sup>B</sup>	GER14 <sup>B</sup>	IVG
Adicional vs Fatorial	1	36.410237*	2367.863920*	5297.130011*	11607.091902*
Tratamentos	30	5.370919*	2253.704312*	7203.199922*	1672.160061*
Níveis de temperaturas (NT)	4	18.989132	14410.258600	48774.565830	6902.729629
Períodos de tempo (PT)	5	9.019587	975.447347	1791.486752	1095.549906
Interação NTxPT	20	0.185031 <sup>ns</sup>	136.247850*	337.238699*	273.452095*
Erro	217	0.415407	4.354898	12.089524	46.445628
		ECP <sup>B</sup>	IVE	CPR	CPA
Adicional vs Fatorial	1	4721.365355*	820.677554*	35.094161*	0.759278*
Tratamentos	30	8432.343312*	858.478803*	44.587074*	4.186116*
NT	4	53490.992667	5413.816974	268.665864	23.370386
PT	5	2762.538800	285.729352	14.933682	2.943167
Interação NTxPT	20	1023.613467*	92.496128*	7.659309*	0.831341*
Erro	217	12.786820	1.387531	0.306298	0.184222
		MSR	MSPA	SIT <sup>B</sup>	ASP <sup>B</sup>
Adicional vs Fatorial	1	3.588651*	182.247381*	0.002493*	0.015849*
Tratamentos	30	9.190353*	222.580322*	0.000392*	0.003444*
NT	4	59.702767	1343.657161	0.000936	0.009559
PT	5	2.380131	43.538971	0.000097	0.001732
Interação NTxPT	20	1.070511*	45.141940*	0.000228*	0.002049*
Erro	217	0.056914	2.897579	0.000120	0.001110
		BOT <sup>B</sup>	FUS <sup>B</sup>	PEN <sup>B</sup>	SCL <sup>B</sup>
Adicional vs Fatorial	1	0.000277 <sup>ns</sup>	0.011625*	0.000044 <sup>ns</sup>	0.001345*
Tratamentos	30	0.001275*	0.001907*	0.001034 <sup>ns</sup>	0.006457*
NT	4	0.002445	0.004564	0.001611	0.004084
PT	5	0.002087	0.001169	0.001675	0.025968
Interação NTxPT	20	0.000811*	0.001044 <sup>ns</sup>	0.000767 <sup>ns</sup>	0.002219*
Erro	217	0.000445	0.001093	0.000775	0.000278

\*efeito significativo e <sup>ns</sup> efeito não significativo (p<0,05).

▪ Teste de contraste (p<0,05) do tratamento adicional (testemunha) versus o fatorial (níveis de temperatura x períodos de tempo).

▪ Teste de Scott-Knott (p<0,05) para as médias do fatorial (níveis de temperatura x períodos de tempo).

<sup>A</sup> Variável com 4 repetições, GL Erro =93.

<sup>B</sup> Dados em porcentagem transformados por arco-seno  $\sqrt{x/100}$ .

**Variáveis:** Grau de umidade das sementes (GRU), germinação aos quatro DAS (dias após a semeadura) (GER04), germinação aos 14 DAS (GER14), índice de velocidade de germinação (IVG), emergência no campo (ECP), índice de velocidade de emergência (IVE), comprimento radicular de plântula (CPR), comprimento da parte aérea de plântula (CPA), massa seca radicular de plântula (MPR), massa seca da parte aérea de plântula (MPA), sementes infestadas totais no teste de sanidade (SIT), *Aspergillus* spp. (ASP), *Botrytis* spp. (BOT), *Fusarium* spp. (FUS), *Penicillium* spp. (PEN) e *Sclerotinia* spp. (SCL).

APÊNDICE 3.B - Equações do modelo não ajustado para as variáveis eferentes às qualidades fisiológicas e sanitárias das sementes de *Carthamus tinctorius* L. submetidas à termoterapia via calor úmido com interação significativa ( $p < 0,05$ ) na ANOVA, coeficientes de determinação ( $R^2$ ), pontos críticos e autovalores.

Variáveis	$\hat{y} = \beta_0 + \beta_1x_1 + \beta_2x_1^2 + \beta_3x_2 + \beta_4x_2^2 + \beta_5x_1x_2$						$R^2$	Pontos críticos		Autovalores	
	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	$\beta_5$		NT <sup>A</sup>	PT <sup>B</sup>	$\lambda_1$	$\lambda_2$
GER04 SEM AD	31,8594	1,0727	-0,0170	-0,3688	0,0060	-0,0078	79,5	31,6	97,6	0,012	-0,483
GER04 COM AD	30,7512	1,0846	-0,0200	-0,3819	0,0069	-0,0070	76,7	27,1	90,9	0,009	-0,470
GER14 SEM AD	41,7571	2,3276	-0,0340	-0,2668	0,0085	-0,0167	78,1	34,3	163,3	0,011	-0,456
GER14 COM AD	40,3047	2,3535	-0,0400	-0,2763	0,0099	-0,0150	75,4	29,4	149,8	0,011	-0,429
IVG SEM AD	14,1226	2,2931	-0,2716	-1,6360	0,0145	0,0002	66,9	4,2	74,7	0,056	-0,328
IVG COM AD	13,6314	2,3187	-0,3203	-1,6943	0,0168	0,0002	64,5	3,6	65,3	0,059	-0,269
ECP SEM AD	-10,3666	5,1112	-0,0586	0,2399	0,0026	0,0234	79,0	43,6	-20,3	0,008	-0,496
ECP COM AD	-10,0060	5,1682	-0,0691	0,2484	0,0030	0,0210	76,2	37,4	-1,5	0,008	-0,476
IVE SEM AD	8,6278	1,0510	-0,0127	-0,2179	0,0034	-0,0056	78,4	41,3	60,6	0,002	-0,455
IVE COM AD	8,3277	1,0627	-0,0150	-0,2256	0,0039	-0,0050	75,7	35,4	54,3	0,002	-0,437
CPR SEM AD	5,0177	0,1093	-0,0017	-0,0070	0,0007	-0,0011	75,2	32,2	49,1	0,000	-0,491
CPR COM AD	0,2498	0,0876	-0,0010	0,0062	0,0000	-0,0003	76,1	43,8	4,3	0,000	-0,501
CPA SEM AD	0,2588	0,0867	-0,0008	0,0060	0,0000	-0,0003	78,8	51,1	4,9	0,000	-0,501
CPA COM AD	0,2498	0,0876	-0,0010	0,0062	0,0000	-0,0003	76,1	43,8	4,3	0,000	-0,501
MSR SEM AD	6,8403	1,0865	-0,0127	0,1409	0,0009	-0,0089	79,4	42,7	60,0	0,001	-0,521
MSR COM AD	6,6024	1,0986	-0,0150	0,1459	0,0010	-0,0080	76,6	36,6	53,4	0,001	-0,502
MPA SEM AD	100,6186	34,6533	-0,4185	4,6592	0,0222	-0,2524	66,2	41,4	16,3	0,011	-1,035
MPA COM AD	97,1188	35,0403	-0,4935	4,8252	0,0257	-0,2265	63,9	35,5	14,3	0,027	-0,512
SIT SEM AD	7,5669	-0,0630	0,0008	-0,2808	0,0034	-0,0008	21,0	37,1	77,9	0,000	-0,547
SIT COM AD	7,3037	-0,0637	0,0010	-0,2908	0,0039	-0,0007	20,2	31,8	66,7	0,000	-0,557
ASP SEM AD	5,5683	-0,0394	-0,0006	-0,3418	0,0003	0,0401	37,3	-33,2	12,4	0,001	-19,154
ASP COM AD	7,3037	-0,0637	0,0010	-0,2908	0,0039	-0,0007	20,2	31,8	12,6	0,000	-0,563
BOT SEM AD	0,4440	-0,0187	0,0002	0,0020	-0,0001	-0,0001	5,1	55,1	0,1	0,000	-0,502
BOT COM AD	0,4286	-0,0189	0,0002	0,0021	-0,0001	-0,0001	5,0	47,3	0,0	0,000	-0,503
SCL SEM AD	0,4523	-0,0207	0,0003	0,0260	0,0001	-0,0006	61,4	30,5	0,3	0,000	-0,478
SCL COM AD	0,4366	-0,0209	0,0004	0,0269	0,0001	-0,0005	59,2	26,1	0,3	0,000	-0,482

<sup>A</sup> NT: níveis de temperaturas.

<sup>B</sup> PT: períodos de tempo.

▪ SEM AD: ANOVA sem o tratamento adicional, delineamento inteiramente casualizado, arranjos em esquema fatorial 5x6 (níveis de temperatura: 25, 35, 45, 55 e 65° C e períodos de tempo: 5, 10, 15, 30, 45 e 60 min) com 8 repetições ( $p < 0,05$ ).

▪ COM AD: ANOVA sem o tratamento adicional, delineamento inteiramente casualizado, arranjos em esquema fatorial 5x6+1 (níveis de temperatura: 25, 35, 45, 55 e 65° C e períodos de tempo: 5, 10, 15, 30, 45 e 60 min e tratamento adicional (testemunha)), com 8 repetições ( $p < 0,05$ ).

**Variáveis:** Germinação aos quatro DAS (dias após a sementeira) (GER04), germinação aos 14 DAS (GER14), índice de velocidade de germinação (IVG), emergência no campo (ECP), índice de velocidade de emergência (IVE), comprimento radicular de plântula (CPR), comprimento da parte aérea de plântula (CPA), massa seca radicular de plântula (MPR), massa seca da parte aérea de plântula (MPA), sementes infestadas totais no teste de sanidade (SIT), *Aspergillus* spp. (ASP), *Botrytis* spp. (BOT), e *Sclerotinia* spp. (SCL), índice de controle de sementes infestadas totais em relação ao tratamento testemunha (IC.SIT).

## 4 CAPÍTULO II

### TERMOTERAPIA VIA CALOR SECO PARA O TRATAMENTO DE SEMENTES DE *Carthamus tinctorius* L. (ASTERACEAE)

#### RESUMO

Os objetivos deste trabalho foram avaliar o método de termoterapia via calor seco para o tratamento de sementes de *Carthamus tinctorius* L. (cártamo) e, verificar seu efeito sobre a qualidade fisiológica das mesmas e a qualidade sanitária dos diásporos. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, arranjos em esquema fatorial 6x5+1, com seis níveis de temperaturas: 35, 45, 55, 65, 75 e 85° C e com cinco períodos de tempo: 24, 48, 72, 96 e 120 h, mais o tratamento adicional (testemunha: sem tratamento), com oito repetições. Os diásporos (fruto tipo cipsela concrecido com semente) foram acondicionados em sacos de papel Kraft e submetidos às temperaturas e tempos conforme o fatorial supracitado, em estufa de circulação forçada. Avaliou-se o grau de umidade dos diásporos após a termoterapia, a germinação aos quatro e 14 dias após a semeadura, a emergência no campo, os índices de velocidade de germinação e emergência, o comprimento e a massa de plântula e o teste de sanidade. Observou-se que o tratamento de sementes via termoterapia calor seco foi eficiente no controle de fitopatógenos, sem prejuízo a sua qualidade fisiológica até 45° C. E, que a combinação de 45° C 24 h<sup>-1</sup> proporcionou melhor qualidade fitossanitária para as sementes de cártamo, incrementando seu potencial germinativo e de emergência no campo.

**Palavras-chave:** Plantas ornamentais. Qualidade fitossanitária das sementes. Tratamento de sementes.

## 4.1 INTRODUÇÃO

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, as qualidades fisiológicas e sanitárias das sementes. Neste sentido, a sanidade de semente é de suma importância, pois a própria constitui-se de um veículo de disseminação de inóculo no início do ciclo cultural (CUNHA et al., 2017; MEDEIROS et al., 2015).

O tratamento de sementes visa garantir a qualidade e a sanidade do material genético, preservando seus atributos, sobretudo, os fisiológicos. Entre os métodos de tratamento de sementes descritos na literatura, a termoterapia utiliza o binômio temperatura-tempo para controle de fitopatógenos associados a sementes, por duas fontes de calor, úmido ou seco. O tratamento termoterápico via calor seco requer um maior período de exposição das sementes à fonte de calor, em virtude da sua baixa capacidade térmica, quanto comparado ao tratamento via calor úmido. Todavia, os níveis de temperatura e os períodos de exposição ao calor seco, em que as sementes são submetidas variam conforme os fitopatógenos incidentes as mesmas, bem como a sua sensibilidade ao calor (FRANÇOSO; BARBEDO, 2016; GAMA et al., 2014).

A termoterapia via calor seco para o controle de fitopatógenos tem se mostrado eficiente para diversas espécies, como: arroz (*Oryza sativa* L.) (MARINI et al., 2012), cenoura (*Daucus carota* L.) (TRIGO et al., 1998), erva-doce (*Foeniculum vulgare* Mill.) (GAMA et al., 2014), feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) (ESTEFANI; MIRANDA FILHO; UESUGI, 2007), grumixama (*Eugenia brasiliensis* Lam.) e uvaia (*E. pyriformis* Cambess.) (FRANÇOSO; BARBEDO, 2016), mamona (*Ricinus communis* L.) (MARRONI et al., 2009), soja (*Glycine max* L.) (SANTOS et al., 2016), tomate (*Solanum lycopersicum* L.) (LOPES; ROSSETTO, 2004; SILVA et al., 2002), entre outros, sem prejuízo a sua qualidade fisiológica, oferecendo uma alternativa ao uso de produtos químicos, comumente, utilizados nos tratamentos de sementes. Contudo, para o sucesso deste método é necessário conhecer a combinação adequada entre os níveis de temperatura e os períodos de exposição ao calor a qual as sementes serão submetidas, que é variável conforme a espécie, o lote, o vigor inicial, entre outros fatores (BRAGA et al., 2010; PEREIRA et al., 2015).

Entre as espécies de interesse econômico, o cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) apresenta uma ampla aptidão de uso, de alimentar, oleífero a ornamental. A partir, dos anos 2007, houve um crescente interesse pela indústria petroleira, em virtude do alto teor de óleo

nas sementes (35%), com destaque para a produção na China, Canadá e Peru (EMONGOR; OAGILE, 2017; FAOSTAT, 2017).

Como planta ornamental, destaca-se pela beleza, rusticidade e versatilidade de forma de uso de suas hastes florais frescas e/ou secas. Contudo, a alta incidência de fitopatógenos no ciclo produtivo, especialmente, nas sementes, é um dos motivos da baixa produção das inflorescências e sementes de cártamo no Brasil (ABUD et al., 2010; FAOSTAT, 2017).

Assim, os objetivos deste trabalho foram avaliar o método de termoterapia via calor seco para o tratamento de sementes de *Carthamus tinctorius* L. (cártamo) e, verificar seu efeito sobre a qualidade fisiológica das mesmas e a qualidade sanitária dos diásporos.

## 4.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de setembro a novembro de 2016 e de maio a julho de 2017, no Laboratório Didático e de Pesquisas em Sementes, Departamento de Fitotecnia, da Universidade Federal de Santa Maria (29°43' S; 53°43' W e altitude de 95m). Os diásporos (fruto tipo cipsela concrecido com semente) de cártamo utilizados foram da cultivar Yellow Saffron, colhidos na safra 2015/2016, e armazenados em câmara fria (15° C e 40% UR) em sacos de papel kraft (tipo pardo de 1,0 kg), com grau de umidade médio de 9,0% até a execução deste experimento.

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 6x5+1, com seis níveis de temperaturas: 35, 45, 55, 65, 75 e 85° C e, com cinco períodos de tempo: 24, 48, 72, 96 e 120 h, mais o tratamento adicional (testemunha: sem tratamento), com oito repetições. Os diásporos foram acondicionados em sacos de papel Kraft (tipo pardo de 1,0 kg) e submetidos às temperaturas e tempos conforme o fatorial supracitado, em estufa de circulação forçada.

Na sequência avaliaram-se as qualidades pelos seguintes testes:

**Grau de umidade dos diásporos após termoterapia:** determinado pelo método de estufa 105±3° C por 24 h, utilizando-se quatro repetições de 5 g (adaptado BRASIL, 2009a).

**Teste padrão de germinação (TPG) e índice de velocidade de germinação (IVG):** os diásporos, com oito repetições de 50 unidades, foram distribuídos 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), e os resultados

expressos em porcentagem de plântulas normais. O IVG foi realizado com avaliações diárias conforme a metodologia de Maguire (1962) utilizou-se como critério o alongamento da raiz primária e emergência dos cotilédones (ABUD et al., 2010).

**Comprimento e massa seca de plântula:** os diásporos, com oito repetições de 20 unidades, foram mantidos 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  $65\pm 5^\circ\text{C}$  por 48 h (NAKAGAWA, 1999).

**Emergência no campo e índice de velocidade de emergência (IVE):** os diásporos, com oito repetições de 50 unidades, foram distribuídos 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 porcentagem de emergência de plântulas. O IVE foi realizado com avaliações diárias conforme a metodologia de Maguire (1962) utilizou-se como critério o desenvolvimento completo dos cotilédones e epicótilo (ABUD et al., 2010).

Para as variáveis de germinação e emergência as plântulas no campo, utilizou-se como referência a Instrução Normativa n.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:** os diásporos, com oito repetições de 25 unidades, 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 das sementes 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 porcentagem de diásporos infestados.

Os dados expressos em porcentagem foram transformados em arco-seno  $\sqrt{x/100}$ . As análises de variância dos dados foram realizadas com auxílio do programa SISVAR (FERREIRA, 2014). Primeiramente, para as variáveis com interação significativa entre temperaturas e tempos (Quadrado médio, Apêndice 4.A), realizou-se a superfície de resposta polinomial quadrática com a determinação dos pontos críticos (Apêndice 4.B). Para todas as variáveis analisadas a superfície de resposta apresentou ponto de sela, assim, optou-se por realizar o teste de contraste ( $p < 0,05$ ) do tratamento adicional (testemunha) versus o fatorial

(níveis de temperatura e períodos de tempo) e, também a comparação de médias do desdobramento do fatorial pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ). A correlação de Pearson ( $p < 0,05$ ) foi realizada entre as sementes infestadas totais e a germinação (quatro e 14 DAS), emergência de plântulas e sementes mortas no teste de germinação.

#### 4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A comparação da qualidade de sementes de cártamo por contraste do tratamento adicional (testemunha) com o fatorial termoterápico (níveis de temperatura e períodos de tempo) foram significativos ( $p < 0,05$ ), assim como, a interação dos fatores testados. No geral, a testemunha apresentou média superior às combinações de temperatura e tempo, exceto para a variável de grau de umidade (Tabela 4.1).

Observou-se que para os níveis de temperatura e períodos de tempo mais rigorosos promoveram aceleração da deterioração das sementes, assim, colaborando para o resultado positivo da estimativa do tratamento testemunha em relação à qualidade fisiológica destas sementes. Braga et al. (2010) e Pereira et al. (2015) apontam que o ajuste ideal do binômio temperatura-tempo propicia a eficiência da termoterapia como tratamento de sementes, sendo necessário o conhecimento dos pontos letais da semente e dos patógenos.

Inicialmente, o lote de diásporos (cipsela fruto concrecido com a semente) de cártamo apresentava 8,9% de grau de umidade (sem termoterapia). Observou-se uma redução gradual conforme ao aumento dos níveis de temperaturas e período de exposição interferindo negativamente na qualidade fisiológica destas sementes. Esta interferência é confirmada pelo contraste que apresentou estimativa negativa para o tratamento testemunha com o fatorial termoterápico (Tabela 4.1). Gama et al. (2014) observaram redução gradual do percentual no grau de umidade das sementes de erva-doce conforme o aumento do período de exposição, até 15 dias, ao calor seco à 70° C.

Para a germinação aos quatro DAS (dias após a semeadura) observou-se que a temperatura de 45° C promoveu melhoria na expressão do potencial germinativo até o período de 96 h. Silva et al. (2002) verificaram que a termoterapia (70° C 96 h<sup>-1</sup>) reduziu o potencial de germinação inicial das sementes de tomate, contudo, esta redução foi compensada no desenvolvimento das plântulas devido a ausência dos fitopatógenos erradicados por esse tratamento.

Tabela 4.1 - Estimativa do contraste entre a testemunha e as combinações de temperatura e tempo, e comparação de médias das combinações para qualidade física dos diásporos e fisiológica das sementes e das plântulas de *Carthamus tinctorius* L. submetido à termoterapia via calor seco.

(continua)

Tratamento Adicional		Fatorial (níveis de temperatura x períodos de tempo) <sup>B</sup>					
		Temperatura (° C)	Períodos de tempo (h)				
			24	48	72	96	120
<b>Grau de umidade dos diásporos (%)</b>							
Testemunha	8,9	35	8,5 Aa**	7,3 Ab	5,6 Bb	5,6 Ac	5,1 Ac
Estimativa <sup>A</sup>	-95,4 *	45	7,7 Bb	5,9 Cc	5,8 Ac	5,3 Ac	5,1 Ac
		55	6,9 Cb	5,3 Cc	5,3 Bc	4,8 Bc	4,8 Bc
		65	8,2 Ab	5,2 Ac	5,2 Bc	4,8 Bc	4,8 Bc
		75	6,2 Cb	5,1 Cb	5,1 Bb	4,8 Bb	4,8 Bb
CV (%)	2,43	85	6,5 Cb	6,2 Bb	6,1 Ab	4,8 Bb	4,8 Bb
<b>Germinação aos quatro DAS (%)</b>							
Testemunha	38	35	40 Ba **	38 Ab	38 Bb	37 Ab	32 Ac
Estimativa	284 *	45	42 Aa	40 Aa	40 Aa	39 Aa	34 Ac
		55	37 Ca	31 Bb	30 Cb	30 Cb	27 Bb
		65	39 Ba	38 Aa	36 Bb	35 Bb	34 Ab
		75	27 Db	26 Cb	25 Dc	24 Dc	24 Cc
CV (%)	4,93	85	00 Eb	00 Db	00 Eb	00 Eb	00 Db
<b>Germinação aos 14 DAS (%)</b>							
Testemunha	66	35	67 Ba **	66 Aa	51 Ab	50 Ab	49 Bb
Estimativa	616 *	45	71 Aa	67 Ab	54 Ac	53 Ac	52 Ac
		55	56 Cb	53 Bc	51 Ad	51 Ad	51 Cd
		65	58 Cb	57 Bb	44 Bc	43 Bc	41 Ac
		75	41 Db	40 Cb	37 Cc	37 Dc	37 Dc
CV (%)	4,21	85	32 Eb	20 Dc	13 Dd	12 Ed	6 Ee
<b>Emergência no campo (%)</b>							
Testemunha	73	35	66 Bb **	68 Aa	61 Bb	63 Aa	52 Ac
Estimativa	781 *	45	75 Aa	68 Aa	64 Aa	58 Ab	57 Ab
		55	60 Cb	54 Bc	46 Bb	46 Bc	45 Bc
		65	64 Bb	62 Ab	58 Bb	48 Bc	46 Bc
		75	45 Db	43 Db	40 Cb	33 Cc	32 Cc
CV (%)	9,86	85	15 Eb	4 Ec	4 Dc	4 Dc	3 Dc
<b>Índice de velocidade de germinação aos quatro DAS (IVG)</b>							
Testemunha	47,3	35	59,9 Ba **	49,8 Ab	46,0 Bc	45,8 Bc	43,1 Bc
Estimativa	214 *	45	66,5 Aa	55,4 Ab	51,1 Ab	50,9 Ab	47,9 Ac
		55	57,9 Bd	53,2 Aa	40,9 Bd	40,9 Dc	40,7 Bd
		65	44,4 Ca	43,6 Ba	44,0 Ba	45,2 Ba	44,8 Aa
		75	38,1 Db	37,5 Cb	37,8 Cb	38,6 Db	38,4 Cb
CV (%)	8,53	85	5,2 Eb	2,0 Dc	0,6 Dc	2,9 Db	0,0 Dc
<b>Índice de velocidade de emergência aos 14 DAS (IVE)</b>							
Testemunha	26,4	35	23,5 Bc **	29,4 Aa	25,5 Bb	26,8 Ab	21,7 Ac
Estimativa	218 *	45	32,8 Aa	28,3 Ab	29,7 Ab	24,2 Bd	23,4 Ad
		55	26,1 Ba	22,6 Bb	19,3 Bc	19,3 Cc	18,6 Bc
		65	25,0 Ba	21,9 Bb	24,0 Ba	19,6 Cb	21,6Ab
		75	17,5 Cb	15,3 Cc	16,8 Cb	13,7 Dc	15,1 Cc
CV (%)	11,54	85	3,8 Db	0,8 Dc	1,0 Dc	0,8 Ec	0,5 Dc
<b>Comprimento radicular de plântula (cm)</b>							
Testemunha	6	35	6,8Aa **	6,8 Aa	6,8 Aa	6,6 Aa	5,5 Ab
Estimativa <sup>A</sup>	53 *	45	6,2 Aa	6,2 Aa	6,0 Aa	5,0 Ab	5,0 Ab
		55	5,0 Aa	4,9 Aa	4,8 Ba	4,0 Bb	4,0 Ab
		65	4,6 Aa	3,7 Bb	4,2 Ba	5,8 Aa	5,3 Aa
		75	4,2 Aa	3,4 Bb	3,8 Bb	5,2 Aa	4,8 Aa
CV (%)	11,95	85	0,0 B	0,0 C	0,0 C	0,0 C	0,0 B



No teste de emergência no campo, os diásporos de cártamo demonstraram sensibilidade a esta forma de calor, em todas as temperaturas testadas, exceto para o tratamento de 45° C 24 h<sup>-1</sup>. Observou-se que os diásporos tratados por termoterapia apresentaram desempenho similar nos testes padrão de germinação (14 DAS) e de emergência no campo, exceto para a temperatura de 85° C para o último teste.

Marcos-Filho (2015) e Taiz e Zeiger (2009) apontam que a submissão das sementes a qualquer forma de estresse, sobretudo, na forma de calor acelera a sua deterioração. Uma vez que, as alterações fisiológicas resultantes deste estresse estão diretamente 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.

O IVG e o IVE (índice de velocidade de germinação e emergência) confirmam a qualidade fisiológica (germinação e emergência) das sementes de cártamo submetidas à termoterapia, com valores superiores ao tratamento testemunha, visto que nas temperaturas acima de 45° C houve uma maior deterioração das mesmas (Tabela 4.1). Resultados semelhantes aos obtidos no presente estudo foram verificados por Marini et al. (2012), que observaram baixos índices de IVG para sementes de arroz expostas a 30 e 35° C por 24 h em comparação ao tratamento testemunha.

O desenvolvimento das plântulas de cártamo verificada pelos testes de comprimento e massa seca de plântulas foi afetado negativamente conforme o aumento dos níveis de temperaturas e período de exposição ao calor seco. As sementes submetidas à termoterapia a 85° C acelerou a sua deterioração por estresse térmico, de maneira que impediu o seu desenvolvimento plantular.

Verificou-se que as reservas das sementes germinadas foram mobilizadas para o comprimento de plântulas em 81,5 e 18,5% para as partes radicular e aérea, respectivamente. Observou-se que as plântulas de cártamo, que se desenvolveram, apresentaram maior expansão radicular, corroborando com o observado por Abud et al. (2010), ao estudar o desenvolvimento de plântulas de cártamo. Marcos-Filho (2015) relata que a expansão radicular facilita o desempenho e estabelecimento do estande de plantas no campo.

Já a partição de massa seca das plântulas, no geral, foi de 15 e 85% para as partes parte radicular e aérea, respectivamente. Taiz e Zeiger (2009) mencionam que o crescimento e o desenvolvimento de plântulas, são comprometidos pela diminuição nas atividades enzimáticas causadas quando a semente submetida a condições de estresse, como, térmico.

No teste de sanidade, verificou-se elevada incidência de fitopatógenos com 40% dos diásporos infestados no tratamento testemunha (Tabela 4.2). Observou-se que os tratamentos termoterápicos testados foram eficientes no controle dos fitopatógenos com redução da incidência dos mesmos sobre os diásporos tratados, exceto para 35° C 24 h<sup>-1</sup>. Em destaque os tratamentos de 45 e 55° C 120 h<sup>-1</sup> e 65° C 96 h<sup>-1</sup>, com apenas 9; 8 e 8% de percentual de infestação, em relação ao tratamento testemunha. Pereira et al. (2015) ressaltam que este método de tratamento de sementes é eficiente, seguro e de baixo custo no controle de patógenos associados a sementes.

A identificação dos patógenos sobre os diásporos de cártamo ocorreu em nível de gênero (*Aspergillus* spp., *Botrytis* spp., *Fusarium* spp., *Penicillium* spp. e *Sclerotinia* spp.), sendo a incidência destes no tratamento testemunha de 18; 17; 28; 22 e 15%, respectivamente (Tabela 4.2). Girardi et al. (2013) verificaram alta incidência *Aspergillus* spp., *Fusarium* spp. e *Penicillium* spp. nas percentagens de 62; 42 e 56%, respectivamente, em diásporos de cártamo colhidas em diferentes períodos de maturação.

Observou-se uma grande variação no controle de todos os patógenos identificados sobre os diásporos de cártamo. No entanto, verificou-se a erradicação total (zero%) do patógeno *Aspergillus* spp. nos tratamentos 85° C por 48 h, 65 e 75° C por 24; 72 e 96 h e 35 a 75° C por 120 h e, do patógeno *Sclerotinia* spp. nos tratamentos 65 e 75° C por 24 e h, 85° C por 48 h, 55 e 85° C por 72 h, 45 a 85° C por 96 h e 35 a 55° C por 120 h.

Lopes e Rossetto (2004) verificaram redução na incidência de fitopatógenos sobre as sementes de tomate tratadas com calor seco, sendo a redução mais significativa sobre o gênero *Aspergillus* sp.. Apesar disso, Marroni et al. (2009) concluíram que a termoterapia por calor seco não foi eficiente no controle dos patógenos *Fusarium* spp. e *Penicillium* spp., incidentes sobre as sementes de mamona.

Observou-se que a termoterapia foi benéfica para qualidade sanitária dos diásporos de cártamo submetidas a este tratamento em relação ao tratamento testemunha, verificado pelo o índice de controle de sementes infestadas. Contudo, conforme o aumento do controle fitopatogênico menor foi à expressão do potencial de germinabilidade destes diásporos. Resultados deste trabalho opõe-se aos apontados por Medeiros et al. (2015), que verificaram eficiência do controle fúngico sobre as sementes potencializou a expressão da qualidade fisiológica das mesmas, especialmente, germinação.



Na Tabela 4.3 apresentam-se os coeficientes de correlação linear entre os diásporos infestados totais no teste de sanidade e a germinação aos quatro e 14 DAS, emergência no campo e sementes mortas no teste de germinação. Observou-se que houve correlação positiva significativa entre os diásporos infestados totais e a germinação aos quatro DAS, destacando os tratamentos termoterápicos de 45 a 55° C por 48 h.

Tabela 4.3 - Coeficientes de correlação linear de Pearson entre as sementes infestadas totais no teste de sanidade e a primeira contagem e germinação de plântulas normais, emergência no campo e sementes mortas no teste de germinação de *Carthamus tinctorius* L. submetidas à termoterapia via calor seco.

Tratamento Adicional	Fatorial (níveis de temperatura x períodos de tempo)						
	Temperatura (° C)	Períodos de tempo (h)					
		24	48	72	96	120	
<b>Germinação aos quatro DAS</b>							
Testemunha	0,55**	35	-0,42	0,71**	-0,97	-0,13	0,25**
		45	-0,87	0,89**	0,10*	-0,64	-0,94
		55	-0,69	0,89**	0,10*	-0,64	-0,94
		65	0,24**	0,41**	0,65**	0,47**	0,50**
		75	0,24**	0,41**	0,74**	0,58**	0,50**
		85	0	0	0	0	0
<b>Germinação aos 14 DAS</b>							
Testemunha	-0,82	35	-0,13	-0,88	-0,51	0,06	0,45**
		45	0,57**	-0,25	-0,7	-0,55	0,48**
		55	0,57**	-0,25	-0,7	-0,55	0,48**
		65	0,13*	0,75**	-0,35	0,87**	-0,5
		75	0,13*	0,75**	-0,81	0,69**	-0,5
		85	-0,82	-0,78	-0,5	0,56**	0,45
<b>Emergência no campo</b>							
Testemunha	-0,2	35	-0,67	-0,61	0,72**	-0,91	0,24**
		45	0,72**	-0,91	0,24**	-0,13	-0,2
		55	-0,61	0,72**	-0,91	0,24**	-0,13
		65	0,76**	0	-0,93	0,80**	-0,71
		75	0,76**	0	-0,22	0,98**	-0,71
		85	0,58**	-0,55	0	-0,82	0,48**
<b>Sementes mortas no teste de germinação</b>							
Testemunha	0,98**	35	-0,18	0,75**	-0,37	0,47**	-0,7
		45	-0,1	0,60**	0,82**	0,73**	-0,08
		55	-0,1	0,60**	0,82**	0,73**	-0,08
		65	-0,15	0,94**	-0,04	-0,65	0,62
		75	-0,15	0,94**	0,87	-0,3	0,62
		85	0,76**	0,79**	0,41**	-0,43	-0,98

\*\* e \* são significativos pelo teste *t* em 0,01 e 0,05 de probabilidade de erro, respectivamente. DAS: dias após a semeadura.

A correlação positiva de maior destaque para a germinação aos 14 DAS foi no tratamento termoterápico de 65° C 96 h<sup>-1</sup>, neste tratamento tem-se 8% de sementes infestadas. Já as correlações positivas para a emergência no campo foram nos tratamentos de 65 e 75° C 96 h<sup>-1</sup>, na Tabela 4.1, estes tratamentos apresentaram sementes infestadas totais de 8 e 10% respectivamente.

As correlações positivas das sementes mortas foram distintas em virtude da alta variação dos diásporos infestados, sendo correlação positiva mais significativa (0,98) no tratamento testemunha em estufa de circulação de ar em todas as temperaturas testadas, nestes tratamentos tem-se 40% de diásporos infestados. Isto indica que a sanidade dos diásporos infestados é imprescindível para manter a sua qualidade fisiológica, reduzindo os prejuízos futuros. Gama et al. (2014) e Marini et al. (2012) relatam que a termoterapia aplicada a sementes com intuito de controle sanitário se não adequada à espécie, pode ser altamente danosa a sua qualidade fisiológica, comprometendo, principalmente a germinação inicial. Estefani, Miranda Filho e Uesugi (2007) observaram eficiência deste método como tratamento de semente, além de controlar a incidência de vários fitopatógenos, ambientalmente não é poluente e não tem residual.

Em relação à sanidade diásporos de cártamo após a submissão a termoterapia via calor seco, observou-se eficiência no controle percentual dos fitopatógenos em todas as temperaturas e períodos de tempo testados. Entretanto, esta técnica termoterápica preserva a qualidade fisiológica das sementes de cártamo até a temperatura de 45° C. Entre a variação dos tratamentos termoterápicos via calor seco testado sobre as sementes de cártamo, destaca-se a combinação de 45° C 24 h<sup>-1</sup>, por promover uma melhoria na expressão fisiológica das mesmas em vigor (42%), germinação (71%) e emergência no campo (75%), além do controle sobre as sementes infestadas totais (23%).

#### 4.4 CONCLUSÃO

O tratamento de sementes por meio da termoterapia via calor seco foi eficiente para o controle de fitopatógenos incidentes nas sementes de cártamo, sem prejuízo a sua qualidade fisiológica até 45° C. Entre os tratamentos de sementes termoterápicos, a combinação de 45° C 24 h<sup>-1</sup> proporcionou melhor qualidade fitossanitária para as sementes de cártamo, incrementando ainda o seu potencial de germinação e de emergência no campo.

#### REFERÊNCIAS

ABUD, H. F. et al. Morfologia de sementes e plântulas de cártamos. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v.41, n.2, p.259-265, 2010.

BRAGA, M. P. et al. Relações entre tratamento térmico, germinação, vigor e sanidade de sementes de tomate. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n. 1 p.101-110, 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa n. 45**. Brasília. MAPA. 2013, 38p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de Análise Sanitária de Sementes**. Brasília: MAPA, 2009b. 200p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: MAPA, 2009a. 395p.

CUNHA, R. P. et al. Termoterapia no controle de patógenos associados às sementes de abóbora. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v. 11, n.2, p. 53-57, 2017.

EMONGOR, V.; OAGILE, O. **Safflower production**. Botswana: The Regional Universities Forum for Capacity Building in Agriculture - RUFORUM. 2017. 67p.

ESTEFANI; R. C. C.; MIRANDA FILHO, E. J.; UESUGI, C. H. Tratamentos térmico e químico de sementes de feijoeiro: eficiência na erradicação de *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* e efeitos na qualidade fisiológica das sementes. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 1, p. 434-438, 2007.

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: 02 mar. 2017.

FERREIRA, D.F. Sisvar: A guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v.38, n. 2, p.109-112, 2014.

FRANÇOSO, C. F.; BARBEDO, C. J. Osmotic and heat treatments on control of fungi associated with seeds of *Eugenia brasiliensis* and *E. pyriformis* (Myrtaceae). **Journal of Seed Science**, Londrina, v.38, n.3, p. 195-203, 2016.

GAMA, J. S. N. et al. Thermotherapy in treating fennel seeds (*Foeniculum vulgare* Mill.): effects on health and physiological quality. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 4, p. 842-849, 2014.

GIRARDI, L. B. et al. 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.

LOPES, F.S.; ROSSETTO, C.A.V. Qualidade de sementes de tomate influenciada pelos tratamentos térmico e osmótico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.3, p. 642-646, 2004.

MAGUIRE, J. D. 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, 2015. 650p.

MARINI, P. et al. Alterações fisiológicas e bioquímicas em sementes de arroz submetidas ao estresse térmico. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 4, p. 722-730, 2012.

MARRONI, I. V. et al. Efeito do tratamento com calor seco e água quente sobre a germinação e controle de micro-organismos associados às sementes de mamoneira. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.76, n.4, p.761-767, 2009.

MEDEIROS, J. G. F. et al. Qualidade sanitária de sementes de *Caesalpinia ferrea*: incidência de fungos, controle e efeitos na qualidade fisiológica com o uso de extratos vegetais. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 45, n. 1, p. 163-174, 2015.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: KRZYZANOSWIKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES. 1999. 218p.

PEREIRA, R. B. et al. **Tratamento de sementes de hortaliças**. Circular Técnica 140. Brasília: EMBRAPA. 2015. 16p.

SANTOS, L. A. et al. Radioterapia e termoterapia como tratamentos de sementes de soja. **Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science**, Guarapuava, v. 9, n .2, p. 37-44, 2016.

SILVA, A. M. S. et al. Termoterapia via calor seco no tratamento de sementes de tomate: eficiência na erradicação de *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* e efeitos sobre a semente.. **Fitopatologia Brasileira**, v. 27, n. 6, p. 586-593, 2002.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4.ed. Porto Alegre: Artemed. 2009. 848p.

TRIGO, M. F. O. et al. Tratamento térmico em sementes de cenoura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.3, p.357-361, 1998.

APÊNDICE 4.A - Análise de variância das variáveis de qualidade fisiológica e sanitária das sementes de *Carthamus tinctorius* L. submetidas à termoterapia via calor seco, em esquema fatorial 6x5+1 (níveis de temperatura: 35, 45, 55, 65, 75 e 85° C e períodos de tempo: 24, 48, 72, 96 e 120 h) mais o tratamento adicional (testemunha), com oito repetições.

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Quadro médio (QM)			
		GRU <sup>A</sup>	GER04 <sup>B</sup>	GER14 <sup>B</sup>	IVG
Adicional vs Fatorial	1	39.129594*	0.157762*	0.364000*	392.272521*
Tratamentos	30	5.641466*	0.445857*	0.269983*	2749.683246*
Níveis de temperaturas (NT)	5	3.697591	2.622295	1.290239	15541.199194
Períodos de tempo (PT)	4	23.053735	0.020119	0.234119	303.486381
Interação NTxPT	20	0.970575*	1.968000*	0.017391*	158.914169*
Erro	217	0.019989	0.000649	0.000963	11.900652
		ECP <sup>B</sup>	IVE	CPR	CPA
Adicional vs Fatorial	1	0.654394*	409.953316*	23.870271*	1.415439*
Tratamentos	30	0.558384*	670.311068*	37.097547*	2.880693*
NT	5	2.974241	3667.363739	203.973926	16.602170
PT	4	0.223886	182.045826	1.181656	0.105077*
Interação NTxPT	20	0.016519*	31.718837*	0.253736*	0.078710*
Erro	217	0.005306	4.979087	0.269716	0.024241
		MSR	MSPA	SIT <sup>B</sup>	ASP <sup>B</sup>
Adicional vs Fatorial	1	8.286679*	266.448860*	0.111499*	0.055914*
Tratamentos	30	5.841253*	187.606428*	0.017700*	0.007669*
NT	5	30.198706	969.831774	0.024641	0.017482
PT	4	2.132349	68.584482	0.032730	0.004016
Interação NTxPT	20	0.371399*	11.912360*	0.008268*	0.003535*
Erro	217	0.043125	1.391825	0.002800	0.002595
		BOT <sup>B</sup>	FUS <sup>B</sup>	PEN <sup>B</sup>	SCL <sup>B</sup>
Adicional vs Fatorial	1	0.014864*	0.040740*	0.036248*	0.050004*
Tratamentos	30	0.008277*	0.014829*	0.015549*	0.007958*
NT	5	0.006060	0.011902	0.007208	0.005648
PT	4	0.010998	0.042562	0.010074	0.005973
Interação NTxPT	20	0.007958*	0.008719*	0.017695*	0.006831*
Erro	217	0.004465	0.003067	0.002781	0.002000

\*efeito significativo ( $p < 0,05$ ).

▪ Teste de contraste do tratamento adicional (testemunha) versus o fatorial (níveis de temperatura x períodos de tempo),  $p < 0,05$ .

▪ Teste de Scott-Knott para as médias do fatorial (níveis de temperatura x períodos de tempo),  $p < 0,05$ .

<sup>A</sup> Variável com 4 repetições, GL Erro = 93.

<sup>B</sup> Dados em porcentagem transformados por arco-seno  $\sqrt{x/100}$ .

**Variáveis:** Grau de umidade dos diásporos (GRU), germinação aos quatro DAS (dias após a sementeira) (GER04), germinação aos 14 DAS (GER14), índice de velocidade de germinação (IVG), emergência no campo (ECP), índice de velocidade de emergência (IVE), comprimento radicular de plântula (CPR), comprimento da parte aérea de plântula (CPA), massa seca radicular de plântula (MPR), massa seca da parte aérea de plântula (MPA), sementes infestadas totais no teste de sanidade (SIT), *Aspergillus* spp. (ASP), *Botrytis* spp. (BOT), *Fusarium* spp. (FUS), *Penicillium* spp. (PEN) e *Sclerotinia* spp. (SCL).

APÊNDICE 4.B - Equações do modelo não ajustado para as variáveis eferentes às qualidades fisiológicas e sanitárias das sementes de *Carthamus tinctorius* L. submetidas à termoterapia via calor seco com interação significativa ( $p < 0,05$ ) na ANOVA, coeficientes de determinação ( $R^2$ ), pontos críticos e autovalores.

Variáveis	$\hat{y} = \beta_0 + \beta_1x_1 + \beta_2x_1^2 + \beta_3x_2 + \beta_4x_2^2 + \beta_5x_1x_2$						$R^2$	Pontos críticos		Autovalores	
	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	$\beta_5$		NT <sup>A</sup>	PT <sup>B</sup>	$\lambda_1$	$\lambda_2$
GRU SEM AD	10,6725	-0,0305	0,0001	-0,0819	0,0027	0,0003	51,8	199,77	15,25	-4,6E-07	3,8E-05
GRU COM AD	10,3013	-0,0309	0,0001	-0,0848	0,0031	0,0003	85,7	171,31	15,31	-6,0E-07	2,9E-05
GER04 SEM AD	-17,2230	2,2958	-0,0189	-0,0120	0,0007	-0,0033	56,4	60,64	104,77	4,8E-03	-2,2E-05
GER04 COM AD	-16,6240	2,3214	-0,0223	-0,0124	0,0008	-0,0029	86,5	52,00	87,46	4,5E-03	-3,3E-05
GER14 SEM AD	0,9232	0,9232	0,9232	0,9232	0,9232	0,9232	69,0	-0,50	0,88	-2,1E+00	1,9E+00
GER14 COM AD	0,9382	0,9382	0,9382	0,9382	0,9382	0,9382	89,5	-0,50	0,91	-2,2E+00	2,0E+00
IVG SEM AD	-382,1606	3,5413	-0,0288	0,0182	0,0005	-0,0030	54,3	61,53	90,80	3,6E-03	-2,2E-05
IVG COM AD	-368,8681	3,5808	-0,0339	0,0189	0,0005	-0,0027	86,3	52,76	78,10	3,8E-03	-3,3E-05
ENT SEM AD	-17,1239	1,1629	-0,0090	0,0285	0,0002	-0,0014	46,3	64,86	41,18	9,0E-04	-2,9E-06
ENT COM AD	-16,5283	1,1759	-0,0106	0,0295	0,0003	-0,0013	69,3	55,62	32,35	9,7E-04	-4,6E-06
ECP SEM AD	-0,0969	3,0388	-0,0252	-0,1369	0,0018	-0,0066	69,9	60,24	182,88	1,6E-03	-6,9E-05
ECP COM AD	-0,0936	3,0727	-0,0297	-0,1418	0,0021	-0,0059	92,9	51,66	158,55	1,9E-03	-1,1E-04
IVE SEM AD	-3,5501	1,3089	-0,0110	-0,0005	0,0005	-0,0025	75,5	59,30	70,52	6,2E-04	-7,0E-06
IVE COM AD	-3,4266	1,3235	-0,0130	-0,0005	0,0005	-0,0023	95,4	50,85	60,45	7,0E-04	-1,1E-05
CPR SEM AD	2,6646	0,1913	-0,0018	-0,0217	0,0002	-0,0004	38,4	53,65	15,59	5,6E-05	-6,9E-07
CPR COM AD	2,5719	0,1934	-0,0021	-0,0225	0,0002	-0,0003	45,6	46,01	14,04	6,5E-05	-9,8E-07
CPA SEM AD	2,2517	-0,0071	-0,0001	-0,0008	0,0001	-0,0002	55,9	-44,50	-135,93	-2,3E-06	7,8E-09
CPA COM AD	2,1734	-0,0072	-0,0001	-0,0009	0,0001	-0,0002	46,2	-38,16	-85,35	2,7E-06	-1,8E-09
MSR SEM AD	-7,1686	0,3317	-0,0024	0,0277	-0,0001	-0,0003	55,9	69,79	66,92	6,2E-05	-5,4E-07
MSR COM AD	-6,9193	0,3355	-0,0028	0,0287	-0,0001	-0,0003	61,4	59,84	107,11	7,1E-05	7,0E-07
MPA SEM AD	-17,1239	1,1629	-0,0090	0,0285	0,0002	-0,0014	64,8	64,86	41,18	2,3E-04	-2,9E-06
MPA COM AD	-16,5283	1,1759	-0,0106	0,0295	0,0003	-0,0013	59,0	55,62	32,35	2,6E-04	-4,6E-06
SIT SEM AD	0,6246	-0,0088	0,0001	-0,0035	0,0000	0,0000	23,7	84,74	0,51	1,2E-09	-2,6E-06
SIT COM AD	0,6029	-0,0089	0,0001	-0,0037	0,0000	0,0000	89,7	72,67	0,56	1,5E-09	-2,9E-06
ASP SEM AD	-7,1686	0,3317	-0,0024	0,0277	-0,0001	-0,0003	63,9	69,79	66,92	-1,1E-04	5,4E-07
ASP COM AD	-20,9770	1,7267	-0,0160	-0,1042	0,0015	-0,0013	67,5	53,90	51,12	7,4E-04	-4,8E-05
BOT SEM AD	-45,0572	5,2660	-0,0429	-0,2261	0,0034	-0,0069	28,0	61,42	-43,08	2,1E-03	-2,7E-04
BOT COM AD	-43,4900	5,3248	-0,0506	-0,2341	0,0040	-0,0062	85,0	52,67	-51,58	2,4E-03	-3,8E-04
FUS SEM AD	6,8051	-0,1077	-0,0006	-0,0402	0,0001	0,0003	50,1	-94,64	23,80	2,2E-05	-4,1E-08
FUS COM AD	6,5684	-0,1089	-0,0007	-0,0416	0,0001	0,0002	74,1	-81,16	21,97	2,5E-05	-7,6E-08
PEN SEM AD	5,5906	-0,0866	0,0005	-0,0591	0,0018	0,0004	13,1	94,44	6,51	1,7E-06	-1,5E-05
PEN COM AD	5,3961	-0,0875	0,0005	-0,0612	0,0021	0,0004	69,9	80,98	10,21	2,3E-06	-1,6E-05
SCL SEM AD	2,8804	-0,0749	0,0002	-0,0358	0,0001	0,0001	50,4	220,46	71,43	5,7E-08	-5,6E-06
SCL COM AD	2,8804	-0,0749	0,0002	-0,0358	0,0001	0,0001	50,1	220,46	71,43	5,7E-08	-5,4E-06

<sup>A</sup>NT: níveis de temperaturas.

<sup>B</sup>PT: períodos de tempo.

▪ SEM AD: ANOVA sem o tratamento adicional, delineamento inteiramente casualizado, arranjos em esquema fatorial 6x5 (níveis de temperatura: 35, 45, 55, 65, 75 e 85° C e períodos de tempo: 24, 48, 72, 96 e 120 h) com 8 repetições ( $p < 0,05$ ).

▪ COM AD: ANOVA sem o tratamento adicional, delineamento inteiramente casualizado, arranjos em esquema fatorial 6x5+1 (níveis de temperatura: 35, 45, 55, 65, 75 e 85° C; períodos de tempo: 24, 48, 72, 96 e 120 h e tratamento adicional (testemunha)), com 8 repetições ( $p < 0,05$ ).

**Variáveis:** Grau de umidade dos diásporos (GRU), germinação aos quatro DAS (dias após a semeadura) (GER04), germinação aos 14 DAS (GER14), índice de velocidade de germinação (IVG), emergência no campo (ECP), índice de velocidade de emergência (IVE), comprimento radicular de plântula (CPR), comprimento da parte aérea de plântula (CPA), massa seca radicular de plântula (MPR), massa seca da parte aérea de plântula (MPA), sementes infestadas totais no teste de sanidade (SIT), *Aspergillus* spp. (ASP), *Botrytis* spp. (BOT), *Fusarium* spp. (FUS), *Penicillium* spp. (PEN) e *Sclerotinia* spp. (SCL), índice de controle de sementes infestadas totais em relação ao tratamento testemunha (IC.SIT).

## 5 CAPÍTULO III

### TRATAMENTOS DE SEMENTES PARA A CULTURA DO *Carthamus tinctorius* L. (ASTERACEAE)

#### RESUMO

O *Carthamus tinctorius* L. (cártamo) apresenta alta suscetibilidade ao ataque de patógenos, o que resulta na baixa produtividade de hastes florais e de sementes. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade fisiológica das sementes e sanitária dos diásporos de cártamo submetidos a diferentes tratamentos. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em fatorial 4x9 (lotes de diásporos e tratamentos de sementes), com quatro repetições. Os lotes de diásporos (fruto o tipo cipsela concrecido com semente) de cártamo foram cultivados em Santa Maria, RS, na safra 2017/2018. As sementeiras dos lotes ocorreram na primeira quinzena de cada estação do ano (outono, inverno, primavera e verão). Depois de colhidos os lotes foram armazenados em câmara fria com grau de umidade médio de 9,0%. Os tratamentos de sementes foram constituídos por: testemunha, termoterapia via calor úmido, termoterapia via calor seco, *Trichoderma harzianum*, fungicidas químicos com ingredientes ativos de Carbendazim+Tiram, Metalaxil-M+Fludioxonil e Carboxina+Tiram, extratos vegetais aquoso de folhas de *Dendranthema grandiflora* Tzvelev e macerado seco de folhas de *Melia azedarach* L.. Avaliaram-se a qualidade fisiológica pelos testes padrão de germinação, comprimento e massa de plântulas, emergência de plântulas no campo e a sanitária pelo Blotter test. Observou-se que todos os tratamentos de sementes testados beneficiaram a cultura do cártamo, promovendo melhoria na sua germinação, com bom estabelecimento de plântulas no campo. Entre os tratamentos o fungicida químico com ingrediente ativo Carbendazim+Tiram, foi o que promoveu melhor expressão de germinabilidade das sementes e controle da infestação dos patógenos sobre os diásporos.

**Palavras-chave:** Cártamo. Patógenos associados a sementes. Termoterapia.

## 5.1 INTRODUÇÃO

O *Carthamus tinctorius* L. (cártamo), pertencente à família Asteraceae, originário da Ásia, é considerado uma das mais antigas culturas agrícolas, sendo cultivada com diferentes finalidades de uso, desde corante culinário e têxtil, extração de óleo medicinal e biodiesel, a hastes florais para ornamentação (EMONGOR; OAGILE, 2017; SANTOS; SILVA, 2015). A produção cártamo estava estagnada até a década 70, no entanto, com a alta demanda de hastes florais pela Europa, bem como, o consumo dos óleos medicinal e comestível, e, sobretudo, para a produção de biodiesel, fez com que dobrasse a área e a produtividade desta cultura em menos de 40 anos (FAOSTAT, 2017; MAILER et al., 2008).

Mundialmente, o cártamo é cultivado para produção de semente e, conseqüentemente, extração de óleo em mais de 60 países, a produtividade sementes, em 2014, foi de 882 kg ha<sup>-1</sup>, em área de aproximadamente um milhão de hectares. Em volume produtivo, dados médios das safras de 2007 a 2012, o cártamo é a oitava cultura oleaginosa (sementes) destinadas à produção de biodiesel em nível mundial, sendo antecedido pela soja (*Glycine max* L.), canola (*Brassica napus* L.), amendoim (*Arachis hypogaea* L.), girassol (*Helianthus annuus* L.), gergelim (*Sesamum indicum* L.), linhaça (*Linum usitatissimum* L.) e mamona (*Ricinus communis* L.) (FAOSTAT, 2017; RAI; CHARAK; BHARAT, 2016).

No Brasil, o cultivo de cártamo ainda é incipiente e está em fase experimental em diferentes regiões, com destaque para os estados de SP, MT, GO e PR. Segundo o MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento), no ano de 2012, o país importou valor de US\$ 6,1 milhões em “óleos de girassol ou de cártamo” (BRASIL, 2013a), no entanto, sem distinção percentual entre as espécies. Na década de 1990, o cártamo foi introduzido na região sul do país como planta ornamental, em virtude das condições climáticas, contudo, a grande incidência de patógenos em todo ciclo produtivo, teve seu cultivo reduzido gradualmente (SAMPAIO et al., 2017; SANTOS; SILVA, 2015). Todavia, esta espécie apresenta como alternativa de cultivo no país, necessitando de investimento econômico-científico para o aumento da produtividade de hastes florais e de sementes, com qualidade fitossanitária.

A baixa produtividade de hastes florais e de sementes de cártamo está associada à alta suscetibilidade ao ataque de patógenos, sobretudo, em ambientes de alta pluviosidade. As doenças folhares são o principal agente depreciador da qualidade ornamental na produção de hastes florais e, a incidência de patógenos associados a sementes é bastante expressiva, chegando a reduzir o rendimento de óleo para biodiesel, em média de 75% (GALANT; SANTOS; SILVA, 2015; OGUT; OGUZ, 2006).

Os principais patógenos causadores de doenças na cultura de cártamo com prejuízo na qualidade folhar para as hastes florais e sementes são: *Aspergillus* spp., *Botrytis* spp., *Cercospora* spp., *Cladosporium* spp., *Fusarium* spp., *Oidium* spp., *Penicillium* spp., *Phytophthora* spp., *Puccinia* spp., *Ramularia* spp., *Rhizoctinia* spp., *Rhizopus* spp. e *Sclerotinia* spp., entre outros (CORONADO, 2010; EMONGOR; OAGILE, 2017; GARCIA, 1999; MÜNDEL et al., 2004).

A incidência de patógenos sobre as sementes podem acarretar prejuízos às mesmas e no estabelecimento do estande de plantas no campo. Desta forma, o tratamento de semente é primordial no manejo agrícola, sendo uma técnica de fácil aplicabilidade e economicamente viável para a proteção das sementes ao ataque dos patógenos presentes no solo ou transmitidos via semente, para que não haja a redução de estande de plantas (HÄRTER et al., 2014; SHARMA et al., 2015).

Embora no Brasil, o registro de produtos no MAPA visando o tratamento de sementes seja elevado para espécies agrícolas, não há moléculas de produtos fitossanitários registradas para a cultura do cártamo. Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade fisiológica das sementes e sanitária dos diásporos de cártamo submetidos a diferentes tratamentos.

## 5.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido, no período de maio a agosto de 2018, no Setor de Floricultura e no Laboratório Didático e de Pesquisas em Sementes, ambos 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). Em delineamento inteiramente casualizado, em fatorial 4x9 (quatro lotes de diásporos e nove tratamentos de sementes), com quatro repetições.

Os lotes de diásporos (fruto tipo cipsela concrecido com semente) de cártamo (cultivar Lasting Orange) foram cultivados na área experimental do Setor de Floricultura do Departamento de Fitotecnia da UFSM, em Santa Maria, na safra 2017/2018. As semeaduras dos lotes ocorreram na primeira quinzena de cada estação do ano, caracterizando os lotes como: **Lote 1:** semeado no outono (05/04/2017) e colhido 146 dias após a semeadura (DAS); **Lote 2:** semeado no inverno (05/07/2017) e colhido 127 DAS; **Lote 3:** semeado na primavera (06/10/2017) e colhido 98 DAS; **Lote 4:** semeado no verão (22/12/2017) e colhido 91 DAS. Depois de colhidos os lotes foram armazenados em câmara fria (15° C e 40% UR) em sacos

de papel kraft (tipo pardo de 1,0 kg), com grau de umidade médio de 9,0%, até a execução deste experimento.

Os tratamentos de sementes foram constituídos por:

–**Tratamento testemunha (TEST)** sem tratamento;

–**Tratamento físico com termoterapia via calor úmido (TTCU)** os diásporos foram acondicionados em Becker de vidro de 500 mL contendo água destilada e este mantido em aparelho de banho-maria termodigital com água aquecida por 45° C 15 min<sup>-1</sup>. Previamente, os diásporos foram embebidos em água destilada não aquecida, durante uma hora, para eliminação de bolsões de ar entre os tecidos mortos superficiais, facilitando a condução de calor nos tecidos das sementes (COUTINHO et al., 2007). Após o tratamento termoterápico os diásporos foram postos para secar sobre papel-toalha a temperatura ambiente pelo período de 24 h;

–**Tratamento físico com termoterapia via calor seco (TTCS)** os diásporos foram acondicionados em sacos de papel Kraft (tipo pardo de 1,0 kg) e submetidos à temperatura 45° C 24 h<sup>-1</sup>, em estufa de circulação forçada, para o procedimento;

–**Tratamento biológico com *Trichoderma harzianum* (TRIC)** linhagem ESALQ 1306 (TRICHODERMIL SC 1306<sup>®</sup>), classificação toxicológica III (medianamente tóxico), dose 400 mL 100 kg<sup>-1</sup> de sementes;

–**Tratamento químico com fungicida sistêmico (TFST)** próprio para tratamento de sementes com ingrediente ativo (i.a.) Carbendazim+Tiram (DEROSAL PLUS 500 SC<sup>®</sup>), classificação toxicológica III (medianamente tóxico), na dose de 200 mL 100 kg<sup>-1</sup> de sementes, contendo 30 e 70 g i.a., respectivamente, utilizou-se a dose recomendada para o milho (*Zea mays* L.);

–**Tratamento químico com fungicida de contato (TFCT)** próprio para tratamento de sementes com i.a. Metalaxil-M+Fludioxonil (MAXIM XL<sup>®</sup>), classificação toxicológica III (medianamente tóxico), na dose de 200 mL 100 kg<sup>-1</sup> de sementes, contendo 2 e 5 g i.a., respectivamente, utilizou-se as doses recomendadas para o girassol e milho;

–**Tratamento químico com fungicida sistêmico e de contato (TFSC)** próprio para tratamento de sementes com i.a. Carboxina+Tiram (VITAVAX-THIRAM 200 SC<sup>®</sup>), classificação toxicológica I (extremamente tóxico), na dose de 250 mL 100 kg<sup>-1</sup> de sementes, contendo 50 e 50 g i.a., respectivamente, utilizou-se a dose recomendada para o milho;

–**Tratamento com extrato vegetal aquoso (TEVA)** na solução concentrada de 10% do extrato de folhas de crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev). O extrato foi

preparado com as folhas colhidas no período matutino, para evitar à desidratação, na sequência as mesmas foram higienizadas com três lavagens consecutivas em água corrente. As folhas higienizadas foram liquidificadas com 100 mL de água destilada na concentração de 10% (10 g de folhas frescas 100 mL<sup>-1</sup> água destilada). O extrato obtido foi armazenado, decantando-se por 24 h em temperatura ambiente e com ausência de luz. Após os mesmos foram filtrados separadamente em papel wathman n.1, identificadas às embalagens e armazenadas.

–**Tratamento com extrato vegetal macerado seco (TEMS)** na concentração de 2,0 g macero seco de folhas de cinamomo (*Melia azedarach* L.) para um quilo de sementes. Extrato seco foi preparado com as folhas colhidas no período matutino, para evitar a desidratação, na sequência às mesmas foram higienizadas com três lavagens consecutivas em água corrente. As folhas higienizadas foram secadas em estufa de ventilação forçada a 30 °C até a estabilização da massa seca (60 h), na sequência as mesmas foram liquidificadas até ficarem em formar pó, depois de peneiradas (malha 0,05 mm) foram armazenadas em sacos de papel kraft para evitar a passagem de luz.

Para a aplicação os tratamentos de sementes químicos e macerado seco, os produtos e as sementes foram colocados em Becker de vidro de 500 mL, com adição de água destilada (com volume equivalente a 5% da massa total das sementes) e, com agitação manual por cinco minutos. Para os tratamentos de sementes testemunha e físicos, o mesmo procedimento foi adotado, porém apenas com água destilada. Para os tratamentos de sementes, biológico e extrato aquoso, o mesmo procedimento foi adotado, porém por serem líquidos não foram adicionadas as sementes água destilada.

Na sequência avaliaram-se as qualidades pelos seguintes testes:

**Massa de mil diásporos:** determinado pelo método de BRASIL (2009a), com quatro repetições.

**Grau de umidade dos diásporos:** determinado pelo método de estufa 105±3° C por 24 h, utilizando-se quatro repetições de 5 g (adaptado BRASIL, 2009a).

**Teste padrão de germinação (TPG) e índice de velocidade de germinação (IVG):** os diásporos, com quatro repetições de 50 unidades, foram distribuídos 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), e os resultados expressos em percentagem de plântulas normais, plântulas anormais (incluídas as infestadas e

danificadas) e sementes mortas. O IVG foi realizado com avaliações diárias conforme a metodologia de Maguire (1962) utilizou-se como critério o alongamento da raiz primária e emergência dos cotilédones (ABUD et al., 2010).

**Comprimento e massa seca de plântula:** os diásporos, com quatro repetições de 20 unidades, foram mantidos 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  $65 \pm 5^\circ \text{C}$  por 48 h (NAKAGAWA, 1999).

**Emergência no campo e índice de velocidade de emergência (IVE):** os diásporos, com quatro repetições de 50 unidades, foram distribuídos 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. O IVE foi realizado com avaliações diárias conforme a metodologia de Maguire (1962) 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 n.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:** os diásporos, com quatro repetições de 50 unidades, 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 das sementes 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 diásporos infestados.

**Índice de incremento de germinação aos 14 DAS (II.GER):** foi determinado pela metodologia adaptada de Ahmad et al. (2012), expressa na Equação 5.1:

$$\text{II.GER} = ((\text{GER}_{ts} - \text{GER}_t) / \text{GER}_t) * 100 \quad (5.1)$$

em que: GER<sub>ts</sub>: germinação do tratamento de sementes e GER<sub>t</sub>: germinação do tratamento testemunha.

**Índice de incremento de emergência de plântulas no campo (II.ECP):** foi determinado pela metodologia adaptada de Ahmad et al. (2012), expressa na Equação 5.2:

$$\text{II.ECP} = ((\text{ECP}_{ts} - \text{ECP}_t) / \text{ECP}_t) * 100 \quad (5.2)$$

em que: ECP ts: emergência do tratamento de sementes e ECP t: germinação do tratamento testemunha.

**Índice de controle de diásporos infestados totais (IC.DIT):** foi determinado pela metodologia adaptada de Ahmad et al. (2012), expressa na Equação 5.3:

$$\text{IC.DIT} = ((\text{DIT}_t - \text{DIT}_{ts}) / \text{DIT}_t) * 100 \quad (5.3)$$

em que: DIT ts: diásporos infestados no tratamento de sementes e DIT t: germinação do tratamento testemunha.

Os dados expressos em percentagem foram transformados em arco-seno  $\sqrt{x/100}$ . As análises de variância dos dados (Quadrado médio, Apêndice 5.A) e a comparação de médias pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ) foram realizadas com o auxílio do programa SISVAR (FERREIRA, 2014).

### 5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente foram realizadas determinações nos diásporos (fruto e semente) de cártamo sendo que os lotes 1, 2, 3 e 4, apresentaram massa de mil diásporos de 38,8; 40,1; 39,9 e 41,0 g e, grau de umidade de 8,35; 8,63; 8,60 e 8,82% respectivamente.

Na germinação aos quatro DAS (dias após a semeadura) verificou-se que os tratamentos de sementes promoveram melhoria na expressão do potencial de germinabilidade, com destaque ao tratamento químico com fungicida sistêmico (TFST) com média de 51% para todos os lotes (Tabela 5.1). Jacobsen, Bergman e Flynn (2008) verificaram que os usos de diferentes fungicidas químicos para tratamentos de diásporos de cártamo, também, promoveram incremento percentual na expressão do potencial de germinação aos quatro DAS.

A qualidade fisiológica inicial dos lotes 1, 2, 3 e 4 de sementes foram de 68, 70, 72 e 76% para germinação aos 14 DAS e, de 70, 72, 75 e 79% de emergência de plântulas no

campo, respectivamente, caracterizando-se como lotes comerciais segundo os padrões do MAPA (BRASIL, 2013b). Observou-se que os diferentes tratamentos de sementes auxiliaram na expressão do potencial fisiológico de todos os lotes, em que a germinação e a emergência de plântulas apresentaram valores percentuais dentro e/ou acima da faixa aceitável do MAPA.

Tabela 5.1 - Germinação aos quatro e 14 DAS (dias após a semeadura), emergência de plântulas no campo e diásporos infestados totais de *Carthamus tinctorius* L. submetido a diferentes tratamentos de sementes.

Tratamentos de sementes <sup>A</sup>	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4	Média	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4	Média
	Germinação aos quatro DAS (%)					Germinação aos 14 DAS (%)				
TEST	38 Cb*	39 Cb	40 Cb	43 Ca	40	68 Dc*	70 Db	72 Db	76 Da	71
TTCU	45 Ab	48 Aa	45 Bb	46 Bb	46	80 Bb	85 Aa	80 Cb	81 Cb	81
TTCS	42 Ab	47 Aa	43 Bb	43 Cb	44	76 Cc	83 Ba	76 Dc	78 Cb	78
TRIC	47 Aa	49 Aa	47 Aa	48 Ba	48	84 Bb	87 Aa	84 Bb	86 Ba	85
TFST	51 Aa	50 Aa	51 Aa	52 Aa	51	91 Ab	89 Ac	91 Ab	93 Aa	91
TFCT	44 Ab	49 Aa	44 Bb	45 Cb	46	79 Cc	87 Aa	79 Cc	81 Cb	81
TFSC	46 Ab	49 Aa	47 Ab	48 Ba	47	83 Bc	87 Aa	83 Bc	85 Bb	85
TEVA	39 Bb	43 Ba	41 Ca	43 Ca	41	69 Dc	76 Ca	73 Db	77 Da	74
TEMS	39 Bb	43 Ba	41 Ca	43 Ca	42	71 Dc	78 Ca	73 Db	77 Da	74
<b>Média</b>	43	46	44	46		78	82	79	81	
<b>CV (%)</b>	1,70					1,60				
	Emergência no campo (%)					Diásporos infestados totais (%)				
	TEST	70 Dd*	72 Dc	75 Db	79 Da	74	46 Ac*	55 Aa	49 Ab	41 Ad
TTCU	83 Bc	89 Aa	83 Bc	85 Cb	85	13 Db	19 Da	17 Da	14 Db	16
TTCS	79 Cb	86 Ba	80 Cb	81 Db	81	25 Ca	27 Ca	23 Ca	26 Ca	25
TRIC	86 Bb	91 Aa	88 Ba	89 Ba	88	30 Bb	30 Bb	33 Ba	34 Ba	32
TFST	93 Ab	92 Ab	95 Aa	94 Aa	94	0 Fb	0 Fb	5 Ea	0 Fb	1
TFCT	82 Bb	89 Aa	81 Cb	83 Cb	84	8 Da	6 Ea	6 Ea	5 Ea	6
TFSC	86 Bb	89 Aa	85 Bb	88 Ba	87	9 Db	15 Da	14 Da	15 Da	13
TEVA	71 Dc	79 Ca	75 Db	80 Da	76	31 Bb	32 Bb	35 Ba	36 Ba	34
TEMS	72 Dd	81 Ca	76 Dc	79 Db	77	29 Ba	33 Ba	32 Ba	23 Ca	29
<b>Média</b>	80	85	82	84		21	24	24	22	
<b>CV (%)</b>	1,79					15,35				

<sup>A</sup> Tratamento controle (testemunha; TEST); tratamento físico com termoterapia via calor úmido (TTCU); tratamento físico com termoterapia via calor seco (TTCS); tratamento biológico com *Trichoderma harzianum* (TRIC); tratamento químico com fungicida sistêmico (TFST); tratamento químico com fungicida de contato (TFCT); tratamento químico com fungicida sistêmico e de contato (TFSC); tratamento com extrato vegetal aquoso (TEVA) e tratamento com extrato vegetal macerado seco (TEMS).

\*Teste de médias não seguidas pela letra, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, diferem pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ). CV: coeficiente de variação.

Os tratamentos físicos de sementes utilizando fontes diferentes de calor auxiliaram na expressão do potencial fisiológico das sementes com média de 81 e 78% para germinação e, de 85 e 81% de emergência de plântulas no campo, para a os tratamentos de termoterapia via calor úmido (TTCU) e calor seco (TTCS), respectivamente. Braga et al. (2010) e Gama et al. (2014) apontam que o uso dos métodos termoterápicos são viáveis para o tratamento de sementes de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) e de erva-doce (*Foeniculum vulgare* Mill.), respectivamente e, com baixo impacto ambiental, oferecendo uma alternativa ao uso de

produtos químicos. Sendo que o sucesso de cada método está em conhecer a combinação adequada entre os níveis de temperatura e os períodos de exposição ao calor a qual as sementes serão submetidas.

Medeiros et al. (2015), também, relatam que o usos de extratos de plantas com propriedades antimicrobianas são alternativas ecológicas e promissoras para agricultura de baixo impacto ambiental, observado para a espécie florestal pau-ferro (*Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul.). Resultados deste trabalho corroboram com os autores supracitados, pois os tratamentos com extrato vegetal aquoso (TEVA) com folhas de crisântemo e macerado seco (TEMS) com folhas de cinamomo, também, foram eficientes na promoção da expressão do potencial fisiológico das sementes de cártamo.

O tratamento biológico com *Trichoderma harzianum* (TRIC) foi eficiente na expressão do potencial fisiológico das sementes de cártamo, na emergência de plântulas no campo com média de 88% para todos os lotes, isto pode ser atribuído há interação positiva entre o sistema semente-fungo-solo. Machado et al. (2015) apontam o benefício do uso de *Trichoderma* para promoção de crescimento plantular de cambará (*Gochnatia polymorpha* (Less.) Cabrera) e, que esta promoção depende das propriedades e mecanismos de ação do organismo com o ambiente. Oliveira (2007) realizou o tratamento biológico de diásporos de cártamo com uso de *Trichoderma* spp. obtendo resultados benéficos para o controle fitossanitário, corroborando com os resultados do presente trabalho.

A eficiência dos tratamentos de sementes utilizando fungicidas químicos com ingredientes ativos de Carbendazim+Tiram (TFST), Metalaxil-M+Fludioxonil (TFCT) e Carboxina+Tiram (TFSC) são comprovados tanto para a melhoria da expressão do potencial fisiológico como sanitário para as sementes de cártamo. Silva Neto et al. (2013) verificaram resultados positivos no potencial fisiológico de sementes de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp) tratadas com os mesmos fungicidas supracitados. Os trabalhos de Rech (2012) e Pontim (2011) que desenvolveram suas pesquisas com tratamentos químicos com fungicidas (iprodione, azoxistrobina e difenoconazole) e (fludioxonil, carbendazim+tiram, carbendazin, iprodione, tiram e piraclostrobina+tiofanato–metílico+fipronil), respectivamente, em diásporos de cártamo, com ótimos resultados na qualidade sanitária após o tratamento, confirmando os obtidos neste trabalho.

Os diásporos de cártamo apresentaram alta incidência de fitopatógenos com média de 48% dos diásporos totais infestados (DIT) no teste de sanidade para todos os lotes de sementes (Tabela 5.1). Coronado (2010) e Hussain et al. (2015) relatam que em regiões de alta pluviosidade, como do município de Santa Maria, RS, a possibilidade de incidência de

doenças folhares é maior que em regiões de média e baixa pluviosidade, assim resultando na alta infestação de patógenos associados a sementes.

Entretanto, observou-se expressiva redução na infestação de fitopatógenos nos diásporos conforme os diferentes tratamentos testados neste trabalho, sendo esta redução benéfica para a qualidade fisiológica e sanitária dos diásporos de cártamo. Flávio et al. (2014) relatam que a disseminação de patógenos via semente afeta negativamente o estabelecimento do estande de plantas no campo, sobretudo a sua produtividade.

A Tabela 5.2 expõe a incidência de fitopatógenos sobre a média dos lotes de diásporos de cártamo submetidos a diferentes tratamentos de sementes, sendo que estes não diferiram significativamente entre os fatores testados. Desta forma, apresenta-se o teste de média individualizado por tratamento de semente. Os fitopatógenos de maior incidência identificados nos diásporos de cártamo foram os dos gêneros *Aspergillus* spp., *Botrytis* spp., *Fusarium* spp., *Nigrospora* spp., *Penicillium* spp., *Rhizopus* spp. e *Sclerotinia* spp..

Girardi et al. (2013) trabalhando com a qualidade de diásporos de cártamo colhidos em diferentes períodos de maturação, também verificaram alta incidência dos fitopatógenos nestas sementes, sendo *Aspergillus* spp., *Fusarium* spp. e *Penicillium* spp. os mais relevantes. Reverberi et al. (2010) mencionam que *Aspergillus* spp., *Fusarium* spp. e *Penicillium* spp. como os fitopatógenos que mais contribuem para a deterioração das sementes, em virtude da produção de micotoxinas sobre as mesmas, depreciando sua qualidade fisiológica.

Garcia (1999) relata que os principais causadores de danos à cultura do cártamo são os patógenos do gênero *Botrytis* spp., pois a presença destes patógenos na fase de floração do cártamo atacam as língulas e se hospedam dentro do capítulo (inflorescência), depreciando o valor ornamental das hastes florais e inviabilizam a germinação das sementes, por chochamento. Singh, Ranaware e Nimbkar (2008) apontam que os patógenos do gênero *Fusarium* spp. são responsáveis por perdas substanciais, mais de 40%, da produtividade de cártamo, sobre os diásporos provocaram manchas, apodrecimentos e mofos antecipando a sua deterioração.

Os patógenos dos gêneros *Nigrospora* spp., *Rhizopus* spp. e *Sclerotinia* spp. apresentaram baixos percentuais de incidências sobre os diásporos de cártamo. Venturoso et al. (2015) verificaram que patógenos dos gêneros *Sclerotinia* spp. incidentes sobre as sementes de culturas oleaginosas como cártamo, crambe (*Crambe abyssinica* Hochs), girassol, nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.) e níger (*Guizotia abyssinica* L.f. Cass.), reduziram o percentual e a velocidade de emergência das plântulas.

Tabela 5.2 - *Aspergillus* spp. (ASP), *Botrytis* spp. (BOT), *Fusarium* spp. (FUS), *Nigrospora* spp. (NIG), *Penicillium* spp. (PEN), *Rhizopus* spp. (RIZ) e *Sclerotinia* spp. (SCL) incidentes em diásporos e plântulas anormais (PAN), sementes mortas (SEM), índice de velocidade de germinação (IVG) e de emergência (IVE), comprimento radicular (CPR) e da parte aérea (CPA) de plântulas, massa seca radicular (MSR) e da parte aérea (MSPA) de plântulas de *Carthamus tinctorius* L. submetido a diferentes tratamentos de sementes.

Tratamentos de sementes <sup>A</sup>	ASP	BOT	FUS	NIG	PEN	RIZ	SCL	PAN
	(%)							
TEST	30 b*	5 b*	19 b*	13 a*	10 c*	14 a*	9 c*	16 a*
TTCU	22 b	3 b	9 c	17 a	24 b	0 b	25 b	8 c
TTCS	14 c	6 b	29 a	12 a	23 b	0 b	15 b	12 b
TRIC	17 c	0 c	18 b	17 a	18 b	16 a	14 b	8 c
TFST	6 d	19 a	0 d	0 c	0 d	0 b	0 d	2 d
TFCT	6 d	19 a	39 a	0 c	36 a	0 b	0 d	6 c
TFSC	0 e	0 c	7 c	0 c	13 c	0 b	80 a	12 b
TEVA	50 a	7 b	28 a	15 a	0 d	0 b	0 d	14 b
TEVS	55 a	13 a	0 d	7 b	18 b	0 b	7 c	18 a
CV (%)	26,11	16,40	36,72	16,84	31,62	21,87	38,28	29,53
	SEM	IVG	IVE	CPR	CPA	MSR	MSPA	
	(%)			(cm)		(mg pl <sup>-1</sup> )		
TEST	13 a*	39,1 d*	18,7 c*	4,5 c*	0,8 c*	1,6*	8,0 b*	
TTCU	11 a	47,6 b	21,3 b	4,9 b	1,3 b	2,9 b	7,3 c	
TTCS	10 a	40,6 c	15,8 d	4,8 b	1,3 b	3,4 a	6,2 d	
TRIC	7 b	41,8 c	14,9 d	4,5 c	1,2 b	2,5 c	7,6 c	
TFST	7 b	43,0 c	22,2 b	5,4 a	1,9 a	2,1 c	7,5 c	
TFCT	13 a	36,8 d	14,8 d	5,4 a	1,0 c	2,5 c	8,1 b	
TFSC	3 c	43,3 c	16,9 d	5,3 a	1,8 a	2,7 b	7,8 b	
TEVA	12 a	46,3 b	22,3 b	5,0 b	0,9 c	1,7 d	9,9 a	
TEVS	8 b	51,1 a	24,4 a	5,2 a	1,0 c	1,8 d	10,4 a	
CV (%)	30,19	17,16	17,31	25,79	44,60	23,40	22,99	

<sup>A</sup> Tratamento controle (testemunha; TEST); tratamento físico com termoterapia via calor úmido (TTCU); tratamento físico com termoterapia via calor seco (TTCS); tratamento biológico com *Trichoderma harzianum* (TRIC); tratamento químico com fungicida sistêmico (TFST); tratamento químico com fungicida de contato (TFCT); tratamento químico com fungicida sistêmico e de contato (TFSC); tratamento com extrato vegetal aquoso (TEVA) e tratamento com extrato vegetal macerado seco (TEMS).

\*Teste de médias não seguidas pela letra diferem pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ) para o fator de tratamentos de sementes. CV: coeficiente de variação.

No teste de germinação observou-se que as plântulas anormais e sementes mortas não apresentaram diferença estatística entre os fatores testados (Tabela 5.2). Isto indica que os diferentes de tratamentos de sementes foram efetivos em manter a qualidade fisiológica das sementes, sem causar efeito fitotóxico e danos às membranas destas mesmas. Marcos-Filho (2015a) relata que a manutenção da integridade do sistema de membranas é fundamental para a preservação da vitalidade e da viabilidade das sementes, o que possibilitará o processo de germinação em condições ambientais favoráveis.

Verificou-se que não houve interação significativa dos fatores testados para os parâmetros biométricos plantular (Tabela 5.2), como índice de velocidade de germinação (IVG) e de emergência (IVE), comprimento e massa seca radicular e parte aérea. Marcos-

Filho (2015b) aponta que estes parâmetros biométricos são utilizados como potenciais detectores fitotóxicos dos efeitos de produtos químicos, como fungicidas, inseticidas, entre outros que causam danos no crescimento e desenvolvimento plantular.

Isto demonstra que os diásporos de cártamo ao receber diferentes tratamentos não sofreram danos fitotóxicos pelos mesmos, mantendo a qualidade fisiológica das sementes similar ao tratamento testemunha. O mesmo autor, também, relata que testes de vigor considerando índice de velocidade, comprimento e massa seca de plântulas são componentes importantes do desempenho das sementes, afetando diretamente o estabelecimento do estande de plantas no campo.

As similaridades dos IVG e IVE indicam que os diferentes tratamentos de sementes não causaram danos às membranas permitindo a expressão do potencial fisiológico em condições favoráveis de laboratório e no campo, respectivamente. Machado (2000) relata que o tratamento de sementes tem como objetivo assegurar suas qualidades fisiológica e sanitária, de modo, a possibilitar os processos de germinação e de emergência. Marcos-Filho (2015a) 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.

A Tabela 5.3 expõe a avaliação dos índices de incremento de germinação aos 14 DAS (II.GER) e de emergência de plântulas no campo (II.ECP) e índice de controle de diásporos infestados totais (IC.DIT) promovidos pelos usos dos diferentes tratamentos de sementes em relação ao tratamento testemunha foi positivo com interação significativa para os fatores testados. Medeiros et al. (2015) apontam que, conforme a eficiência do controle fúngico promove a redução da micoflora sobre as sementes, a qualidade fisiológica das mesmas é potencializada, aumentando o percentual germinativo tanto em condições de laboratório como no campo, corroborando com os resultados deste trabalho.

Todos os tratamentos de sementes testados neste trabalho foram eficientes na promoção da expressão do potencial fisiológico das sementes de cártamo em relação ao tratamento testemunha, bem como, na qualidade sanitária, sendo todos eficientes no controle patogênicos sobre as mesmas. Nabizadeh, Yousefi e Gerami (2012) apontam que o uso de tratamento de sementes de cártamo, tem como objetivo propiciar melhoria na taxa de germinação, bem como, a uniformidade de desenvolvimento e a redução do tempo de emergência no campo.

Verificou-se que o tratamento químico com fungicida sistêmico TFST foi o que mais promoveu II.GER, II.ECP e IC.DIT nas percentagens médias de 27, 27 e 97%,

respectivamente, para todos os lote de sementes de cártamo, em relação ao tratamento testemunha. Vechiato e Parisi (2013) relatam a importância da qualidade sanitária das sementes para a formação do estande de plantas, pois a infestação de fungos patogênicos associados às sementes no campo ocasionam podridões, manchas folhaves e danos ainda em estágio plantular.

Tabela 5.3 - Índice de incremento de germinação (II.GER) e de emergência no campo (II.ECP) e índice de controle de diásporos infestados totais (IC.DIT) de *Carthamus tinctorius* L. submetido a diferentes tratamentos de sementes.

Tratamentos de sementes <sup>A</sup>	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4	Média
	<b>II. GER (%)</b>				
TTCU	18 Cb*	22 Ba	11 Bc	7 Cd	14
TTCS	12 Cb	20 Ba	5 Cc	2 Dc	10
TRIC	24 Ba	25 Aa	16 Bb	12 Bc	19
TFST	34 Aa	27 Ab	26 Ab	22 Ac	27
TFCT	17 Cb	25 Aa	10 Bc	6 Cc	15
TFSC	23 Ba	25 Aa	16 Bb	12 Bb	19
TEVA	2 Da	9 Ca	1 Ca	1 Da	3
TEMS	5 Db	12 Ca	1 Cb	0 Ec	4
<b>Média</b>	17	21	11	8	
<b>CV (%)</b>	4,37				
<b>II.ECP (%)</b>					
TTCU	19 Cb*	24 Aa	11 Cc	7 Cc	15
TTCS	13 Db	20 Ba	7 Dc	3 Dc	11
TRIC	23 Ba	27 Aa	17 Bb	13B b	20
TFST	33 Aa	29 Aa	27 Aa	20 Ab	27
TFCT	18 Ca	24 Aa	8 Db	5 Cb	14
TFSC	24 Ba	24 Aa	14 Bb	12 Bb	18
TEVA	1 Eb	10 Ca	1 Eb	2 Db	3
TEMS	3 Eb	13 Ca	1 Eb	1 Db	4
<b>Média</b>	17	22	11	8	
<b>CV (%)</b>	4,64				
<b>IC.DIT (%)</b>					
TTCU	71 Ca*	63 Cb	65 Bb	66 Cb	66
TTCS	45 Db	47 Db	54 Ca	37 Dc	46
TRIC	34 Eb	40 Da	30 Db	13 c	29
TFST	100 Aa	100 Aa	90 Ab	100 Aa	97
TFCT	84 Bb	88 Ba	87 Aa	87 Ba	86
TFSC	80 Ba	70 Cb	71 Bb	64 Cc	71
TEVA	31 Eb	39 Da	27 Dc	7 Ed	26
TEMS	36 Eb	40 Da	33 Db	41 Da	37
<b>Média</b>	60	61	57	52	
<b>CV (%)</b>	3,52				

<sup>A</sup> Tratamento físico com termoterapia via calor úmido (TTCU); tratamento físico com termoterapia via calor seco (TTCS); tratamento biológico com *Trichoderma harzianum* (TRIC); tratamento químico com fungicida sistêmico (TFST); tratamento químico com fungicida de contato (TFCT); tratamento químico com fungicida sistêmico e de contato (TFSC); tratamento com extrato vegetal aquoso (TEVA) e tratamento com extrato vegetal macerado seco (TEMS).

\* Teste de médias não seguidas pela letra, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, diferem pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ). CV: coeficiente de variação.

Observou-se que todos os tratamentos apresentaram resultados positivos para a qualidade sanitária, sendo os tratamentos de sementes físicos, biológicos e com extratos vegetais uma alternativa de uso aos produtos químicos, com eficiência. Sharma et al. (2015) relatam que as diferentes formas de tratamento de sementes devem aumentar a precisão e eficácia do estabelecimento da cultura no campo, tendo um papel fundamental na produção agrícola sustentável e que este não pode ser ignorado.

#### 5.4 CONCLUSÃO

Os diferentes tratamentos de sementes de cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) foram eficientes no controle da infestação de fitopatógenos sobre os diásporos, promovendo ainda um incremento no seu potencial de germinação e de emergência das plântulas no campo. Entre os tratamentos testados destaca-se o fungicida químico com ingrediente ativo Carbendazim+Tiram.

#### REFERÊNCIAS

- ABUD, H. F. et al. Morfologia de sementes e plântulas de cártamos. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.41, n.2, p.259-265, 2010.
- AHMAD, I.; AKHTAR, M. J.; ZAHIR, Z. A.; JAMIL, A. Effect of cadmium on seed germination and seedling growth of four wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars. **Pakistan Journal of Botany**, v.44, n.5, p. 1569-1574, 2012.
- BRAGA, M. P. et al. Relações entre tratamento térmico, germinação, vigor e sanidade de sementes de tomate. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n. 1 p.101-110, 2010.
- BRASIL. **Intercâmbio comercial do agronegócio - principais mercados de destino**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2013a. 449p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa n. 45**. Brasília. MAPA. 2013b, 38p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: MAPA, 2009a. 395p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de Análise Sanitária de Sementes**. Brasília: MAPA, 2009b. 200p.
- CORONADO, L. M. **El cultivo del cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) en México**. Ciudad Obregon: SGI. 2010, 96p.

COUTINHO, W. M. et al. Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de milho submetidas à termoterapia e condicionamento fisiológico. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.32, n.6, p.458-4654, 2007.

EMONGOR, V.; OAGILE, O. **Safflower production**. Botswana: The Regional Universities Forum for Capacity Building in Agriculture - RUFORUM. 2017. 67p.

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: 20 mar. 2018.

FERREIRA, D. F. Sisvar: A guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v.38, n. 2, p.109-112, 2014.

FLÁVIO, N. S. D. S. et al. Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de sorgo tratadas com extratos aquosos e óleos essenciais. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 1, p. 7-20, 2014.

GALANT, N. B.; SANTOS, R. F.; SILVA, M. A. Melhoramento de cártamo (*Carthamus tinctorius L.*). **Acta Iguazu**, Cascavel, v.4, n.1, p.14-25, 2015.

GAMA, J. S. N. et al. Thermoherapy in treating fennel seeds (*Foeniculum vulgare Mill.*): effects on health and physiological quality. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 4, p. 842-849, 2014.

GARCIA, A. G. **Cultivos herbáceos extensivos**. 6 ed. Barcelona: Ed. Mundi-Prensa. 1999, 779p.

GIRARDI, L. B. et al. 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.

HÄRTER, L.S.H. et al. Salinidade e desempenho fisiológico de sementes e plântulas de mogango. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.32, n.1, p.80-85, 2014.

HUSSAIN, M. I. et al. Salt and drought stresses in safflower: a review. **Article in Agronomy for Sustainable Development**, v.34, n.4, p.1-32, 2015. DOI 10.1007/s13593-015-0344-8

JACOBSEN, B. J.; BERGMAN, J. W.; FLYNN, C. R. **Comparison of safflower fungicide seed treatments**. Proceedings of the 7th International Safflower Conference, 3rd – 6th November, Wagga Wagga, NSW, Australia, 1-4. 2008.

MACHADO, D. F. M. et al. *Trichoderma* spp. na emergência e crescimento de mudas de camarã (*Gochnatia polymorpha (Less.) Cabrera*). **Revista Árvore**, Viçosa, v.39, n.1, p.167-176, 2015.

MACHADO, J. C. **Tratamento de sementes no controle de doenças**. Lavras: UFLA, 2000. 138 p.

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

- MAILER, R. J. et al. **Quality evaluation of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) cultivars.** Proceedings of the 7th International Safflower Conference, 3rd – 6th November, Wagga Wagga, NSW, Australia, 4-12. 2008.
- MARCOS-FILHO, J. Review: Seed vigor testing: an overview of the past, present and future perspective. **Scientia Agricola**, v.72, n. 4, p. 363-374, 2015b.
- MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas.** ABRATES: Londrina, 2015a. 650p.
- MEDEIROS, J. G. F. et al. Qualidade sanitária de sementes de *Caesalpinia ferrea*: incidência de fungos, controle e efeitos na qualidade fisiológica com o uso de extratos vegetais. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 45, n. 1, p. 163-174, 2015.
- MÜNDEL, H. H. et al. **Safflower Production on the Canadian Prairies: revisited in 2004.** Alberta: Agriculture and Agri-Food Canada, Lethbridge Research Center, 2004, 43p.
- NABIZADEH, E.; YOUSEFI, F.; GERAMI, F. Osmopriming effects on safflower (*Carthamus tinctorius* L.) seed germination and seedling growth. **European Journal of Experimental Biology**, v. 2, n.3, p. 623-630, 2012.
- 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. 218p.
- OGUT H., OGUZ H., **Biodiesel: Third Millennium Fuel.** Nobel Publication, n.745, p.55-60. 2006.
- OLIVEIRA, G. G. ***Trichoderma* spp. no crescimento vegetal e no biocontrole de *Sclerotinia sclerotiorum* e de patógenos em sementes de cártamo (*Carthamus tinctorius*).** 2007. 80 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.
- PONTIM, B. C. A. **Controle de patógenos associados às sementes de canola, cártamo, colza e crambe.** 2011. 54 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2011.
- RAI, S. K.; CHARAK, D.; BHARAT, R. Scenario of oilseed crops across the globe. **Plant Archives**, v.16, n.1, p. 125-132, 2016
- RECH, J. **Desempenho agrônômico do cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) em função da época de semeadura e do controle químico da mancha de alternaria.** 2012. 59f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2012.
- REVERBERI, M. et al. Natural functions of mycotoxins and control of their biosynthesis in fungi. **Applied Microbiology and Biotechnology**, New York, v. 87, n. 3, p. 899-911, 2010.
- SAMPAIO, M. C. et al. Effect of plant density on oil yield of safflower. **African Journal of Agricultural Research**, v.12, n.25, p.2147-2152, 2017.

SANTOS, R. F.; SILVA, M. A. *Carthamus tinctorius* L.: Uma alternativa de cultivo para o Brasil. **Acta Iguazu**, Cascavel, v.4, n.1, p. 26-35, 2015.

SHARMA, K. K. et al. Seed treatments for sustainable agriculture - A review. **Journal of Applied and Natural Science**, v.7, n.1, p. 521- 539, 2015.

SILVA NETO, M. L et al. Compatibilidade do tratamento de sementes de feijão-caupi com fungicidas e inoculação com estirpes de *Bradyrhizobium*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.48, n.1, p.80-87, 2013.

SINGH, V.; RANAWARE, A. M.; NIMBKAR, N. **Breeding for *Fusarium* wilt resistance in safflower**. Proceedings of the 7th International Safflower Conference, 3rd – 6th November, Wagga Wagga, NSW, Australia, 1-5. 2008.

VECHIATO, M. H.; PARISI, J. J. D. Importância da qualidade sanitária de sementes de florestais na produção de mudas. **Biológico**, São Paulo, v.75, n.1, p.27-32, 2013.

VENTUROSOSO, L. R. et al. 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, 2015.

APÊNDICE 5.A - Análise de variância das variáveis de qualidade fisiológica e sanitária das sementes de *Carthamus tinctorius* L. submetidas a diferentes tratamentos de sementes, com quatro repetições.

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Quadro médio (QM)			
		GER04 <sup>A</sup>	GER14 <sup>A</sup>	PAN <sup>TA</sup>	SEM <sup>A</sup>
Lotes de sementes (LS)	3	0.000024	0.000052	0.000025	0.000750
Tratamentos de sementes (TS)	8	0.000120	0.000199	0.001480	0.000909
Interação LSxTS	24	0.000003*	0.000005*	0.000021 <sup>ns</sup>	0.000054 <sup>ns</sup>
Erro	108	0.000001	0.000002	0.000048	0.000073
		ECP <sup>A</sup>	SIT <sup>A</sup>	ASP <sup>A</sup>	BOT <sup>A</sup>
Lotes de sementes (LS)	3	0.000057	0.000167	0.000024	0.000768
Tratamentos de sementes (TS)	8	0.000207	0.006026	0.011816*	0.001572*
Interação LSxTS	24	0.000007*	0.000083*	0.000135 <sup>ns</sup>	0.000723 <sup>ns</sup>
Erro	108	0.000003	0.000044	0.000441	0.000511
		FUS <sup>A</sup>	NIG <sup>A</sup>	PEN <sup>TA</sup>	RIZ <sup>A</sup>
Lotes de sementes (LS)	3	0.000111	0.000148	0.000536	0.000048
Tratamentos de sementes (TS)	8	0.007321*	0.002709*	0.004378*	0.002685*
Interação LSxTS	24	0.000147 <sup>ns</sup>	0.000037 <sup>ns</sup>	0.000236 <sup>ns</sup>	0.000026 <sup>ns</sup>
Erro	108	0.000589	0.000651	0.000751	0.000189
		SCL <sup>A</sup>	IVG	IVE	CPR
Lotes de sementes (LS)	3	0.000076	358.796587	70.454245	4.306595
Tratamentos de sementes (TS)	8	0.012402*	316.657008*	207.850410*	1.980303*
Interação LSxTS	24	0.000162 <sup>ns</sup>	41.498719 <sup>ns</sup>	7.447184 <sup>ns</sup>	1.030113 <sup>ns</sup>
Erro	108	0.000533	55.189643	10.874588	1.662906
		CPA	MSR	MSPA	II.GER
Lotes de sementes (LS)	3	0.229019	13.548547	0.924353	278.403036
Tratamentos de sementes (TS)	8	2.403725*	26.948469*	5.800919*	259.034950
Interação LSxTS	24	0.082629 <sup>ns</sup>	2.950920 <sup>ns</sup>	0.238046 <sup>ns</sup>	7.464191*
Erro	108	0.307842	3.453871	0.307230	0.000053
		II.ECP	IC.SIT		
Lotes de sementes (LS)	3	298.859454	129.021578		
Tratamentos de sementes (TS)	8	255.649605	2882.313546		
Interação LSxTS	24	255.649605*	46.718328*		
Erro	108	0.000064	0.000029		

\*efeito significativo e <sup>ns</sup> efeito não significativo (p<0,05).

<sup>A</sup> Dados em porcentagem transformados por arco-seno  $\sqrt{x/100}$ .

**Variáveis:** Germinação aos quatro DAS (dias após a sementeira) (GER04), germinação aos 14 DAS (GER14), plântulas anormais (PAN), sementes mortas (SEM), índice de velocidade de germinação (IVG), emergência no campo (ECP), índice de velocidade de emergência (IVE), comprimento radicular de plântula (CPR), comprimento da parte aérea de plântula (CPA), massa seca radicular de plântula (MPR), massa seca da parte aérea de plântula (MPA), sementes infestadas totais no teste de sanidade (SIT), *Aspergillus* spp. (ASP), *Botrytis* spp. (BOT), *Fusarium* spp. (FUS), *Nigrospora* spp. (NIG), *Penicillium* spp. (PEN) *Rhizopus* spp. (RIZ), *Sclerotinia* spp. (SCL), índice de incremento de germinação (II.GER), índice de incremento de emergência no campo (II.ECP) e índice de controle de sementes infestadas totais (IC.SIT).

## 6 CAPÍTULO IV

### QUALIDADE DAS SEMENTES DE *Carthamus tinctorius* L. (ASTERACEAE) TRATADAS POR TERMOTERAPIA DURANTE O ARMAZENAMENTO EM DIFERENTES EMBALAGENS

#### RESUMO

O *Carthamus tinctorius* L. (cártamo) é uma espécie de interesse agroeconômico com boa adaptabilidade de cultivo no país, planta ornamental e oleaginosa, com ampla aptidão de uso. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade fisiológica das sementes e sanitária dos diásporos de cártamo tratadas por termoterapia durante o armazenamento em diferentes embalagens. O delineamento experimental foi organizado inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3x4x4 (três tratamentos de sementes, quatro tipos de embalagens e quatro períodos de armazenamento), com quatro repetições. Os tratamentos das sementes foram: testemunha (sem tratamento), termoterapia via calor úmido (45° C 15 min<sup>-1</sup>) e termoterapia via calor seco (45° C 24 h<sup>-1</sup>). As embalagens foram do tipo: frasco de vidro transparente com tampa de rosca (350 mL), sacos de papel Kraft (tipo pardo de 1 kg), embalagem plástica de polietileno tereftalato (garrafa PET 600 mL) e saco plástico (polietileno de 500 mL) selado a vácuo. Os períodos de armazenamento foram: 0, 4, 8 e 12 meses, em ambiente com refrigeração em câmara fria (15° C e 40% UR). Avaliaram-se as qualidades fisiológica e sanitária pelos testes padrão de germinação, condutividade elétrica massal, comprimento e massa de plântulas, emergência no campo e sanidade. Observou-se que a partir de quatro meses de armazenamento houve declínio na qualidade fisiológica das sementes de cártamo, observado pela diminuição da germinabilidade e da emergência das plântulas no campo. Não houve redução da incidência de fitopatógenos associados aos diásporos cártamo armazenadas, sendo os fitopatógenos do gênero *Aspergillus* spp. indicador da deterioração da qualidade fisiológica.

**Palavras-chave:** Cártamo. Período de armazenamento. Sementes oleaginosas. Plantas ornamentais.

## 6.1 INTRODUÇÃO

O cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) é uma espécie de interesse agroeconômico com boa adaptabilidade de cultivo no país, classificada como planta anual, rústica e oleaginosa, apresenta ampla aptidão de uso, desde óleo alimentar, medicinal e biodiesel a hastes florais para ornamentação (ABUD et al, 2010; EMONGOR; OAGILE, 2017). Cultivado economicamente em mais de 60 países, com a produtividade média de sementes (diásporos) de 882 kg ha<sup>-1</sup>, em 2014. As produções de hastes florais e sementes têm sido reduzidas em virtude da alta suscetibilidade ao ataque de patógenos, sendo esses o principal agente depreciador da qualidade ornamental na produção de hastes florais e da baixa qualidade fisiológica das sementes (FAOSTAT, 2017; OGUT; OGUZ, 2006).

As qualidades dos atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários determinam a capacidade da semente de originar plantas de alta produtividade e, ao longo do tempo esses atributos vão se modificando. Sendo a conservação da qualidade das sementes fundamental durante todo o período de armazenamento, em que pode ser comprometida pelo teor de água (umidade de secagem), presença e ação de fitopatógenos e insetos, umidade relativa e temperatura do ar, tipos de embalagens, disponibilidade de oxigênio e pelo período de armazenamento (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012; MARCOS-FILHO, 2015).

Contudo, apesar do manejo dos fatores na conservação das sementes, observa-se que a deterioração das sementes ocorre em virtude das condições de armazenamento, sendo esses sintomas, principalmente os fisiológicos evidenciados durante a germinação e o desenvolvimento inicial das plântulas (COSTA, 2009; JOSÉ et al., 2010). A associação de embalagens com as condições de armazenamento e com o teor de água das sementes influenciam diretamente a longevidade de sementes de diversas espécies, como florestais, hortícolas e florícolas. O uso de embalagens durante o armazenamento de sementes promove um controle na troca de vapor d'água entre as sementes e o ar ambiente (MARCOS-FILHO, 2015; SILVA et al., 2018; VILLELA; MENEZES, 2009).

O tratamento de sementes durante o período de armazenamento pode ser considerado uma vantagem na longevidade das sementes, entretanto, depende do método e da técnica a ser utilizada, por exemplo, uso de produtos químicos apesar da eficiência e facilidade de aplicação, podem causar efeitos fitotóxicos sobre as sementes ao longo do armazenamento (MENTEN; MORAES, 2010). Para o tratamento de sementes de espécies agroeconômicas utilizam-se produtos de diversas origens, como químico, biológico ou bioquímico, no entanto, no Brasil não há produtos fitossanitários registrados no MAPA (Ministério de Agricultura,

Pecuária e Abastecimento) para a cultura do cártamo. Neste contexto e buscando uma agricultura de baixo impacto ambiental, o uso de tratamentos de sementes por termoterapia, pode ser viável, pois utiliza o binômio temperatura-tempo como medida de controle para a eliminação de patógenos preservando a qualidade fisiológica das mesmas (GAMA et al., 2014; MACHADO, 2000).

Assim, objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade fisiológica das sementes e sanitária dos diásporos de cártamo tratadas por termoterapia durante o armazenamento em diferentes embalagens.

## 6.2 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). Os diásporos (cipsela fruto concrecido com a semente) de cártamo utilizados foram da cultivar Yellow Saffron, colhidos na safra 2016, e armazenados em câmara fria (15° C e 40% UR) em sacos de papel kraft (tipo pardo de 1,0 kg), com grau de umidade médio de 9,0% até a execução destes experimento.

Em delineamento inteiramente casualizado, com esquema fatorial 3x4x4 (três tratamentos de sementes, quatro tipos de embalagens e quatro períodos de armazenamento), com quatro repetições. Os tratamentos de sementes foram: testemunha (sem tratamento); termoterapia via calor úmido: os diásporos foram acondicionados em Becker de vidro de 500 mL contendo água destilada e este mantido em aparelho de banho-maria termodigital com água aquecida por 45° C 15 min<sup>-1</sup>. Previamente, os diásporos foram embebidos em água destilada não aquecida, durante uma hora, para eliminação de bolsões de ar entre os tecidos mortos superficiais, facilitando a condução de calor nos tecidos das sementes (COUTINHO et al., 2007). Após o tratamento termoterápico os diásporos foram postos para secar sobre papel-toalha a temperatura ambiente pelo período de 24 h; tratamento por termoterapia via calor seco: os diásporos foram acondicionados em sacos de papel Kraft (tipo pardo de 1,0 kg) e submetidos à temperatura 45° C 24 h<sup>-1</sup>, em estufa de circulação forçada, para o procedimento.

As embalagens foram do tipo: frasco de vidro de transparente com tampa de rosca (350 mL); sacos de papel Kraft (tipo pardo de 1,0 kg); embalagem plástica de polietileno tereftalato (garrafa PET 600 mL) e saco plástico (polietileno de 500 mL) selado a vácuo. E, os períodos de armazenamento foram: 0, 4, 8 e 12 meses, em ambiente com refrigeração em

câmara fria (15° C e 40% UR). A primeira avaliação da qualidade fisiológica e sanitária foi 24 h após a realização dos tratamentos de sementes e embaladas, considerando esta como período de armazenamento zero.

Na sequência avaliaram-se as qualidades pelos seguintes testes:

**Massa de mil diásporos:** determinado pelo método de BRASIL (2009a), com quatro repetições.

**Grau de umidade dos diásporos:** determinado pelo método de estufa 105±3° C por 24 h, utilizando-se quatro repetições de 5 g (adaptado BRASIL, 2009a).

**Teste padrão de germinação (TPG) e índice de velocidade de germinação (IVG):** os diásporos, com quatro repetições de 50 unidades, foram distribuídos 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), e os resultados expressos em percentagem de plântulas normais. O IVG foi realizado com avaliações diárias conforme a metodologia de Maguire (1962) utilizou-se como critério o alongamento da raiz primária e emergência dos cotilédones (ABUD et al., 2010).

**Condutividade elétrica massal:** realizado com quatro repetições de 50 diásporos, pesados e acondicionados 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, regulada a 25° C, e 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, Vieira e França Neto (1999).

**Comprimento e massa seca de plântula:** os diásporos, com quatro repetições de 20 unidades, foram mantidos 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 e índice de velocidade de emergência (IVE):** os diásporos, com quatro repetições de 50 unidades, foram distribuídos 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. O IVE foi realizado com avaliações diárias

conforme a metodologia de Maguire (1962) 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 n.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:** os diásporos, com quatro repetições de 50 unidades, 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 das sementes por congelamento de 24 h à temperatura de  $06\pm 1^{\circ}$  C, na sequência as caixas foram mantidas em BOD, por cinco dias com fotoperíodo de 12 h de luz à temperatura de  $20\pm 2^{\circ}$  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 diásporos infestados.

Os dados expressos em percentagem foram transformados em arco-seno  $\sqrt{x/100}$ . As análises de variância dos dados (Quadrado médio, Apêndice 6.A) e a comparação de médias pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ), foram realizadas com o auxílio do programa SISVAR (FERREIRA, 2014).

### 6.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A interação entre os três fatores testados neste trabalho, os quais foram tratamentos de sementes, tipos de embalagens e períodos de armazenamento, para a avaliação da qualidade fisiológica e sanitária de sementes de cártamo não apresentou significância ( $p < 0,05$ ) (Apêndice 6.A). Deste modo, analisou-se o desdobramento das interações com significância entre os fatores testados quanto aos períodos de armazenamento e tratamentos de sementes (Tabela 6.1) e entre os tipos de embalagens e tratamentos de sementes (Tabela 6.2).

Na Tabela 6.1, observa-se que a massa de mil diásporos (MMD) de cártamo obteve uma variação ao longo do período de armazenamento, com média geral para todos os tratamentos de sementes que foram de 36,4; 35,7; 34,9 e 31,9 g para os períodos de 0, 4, 8 e 12 meses, respectivamente. Fortes et al. (2008) apontam que a massa de mil sementes e o grau de umidade são variáveis conforme o lote e o tempo de armazenamento em câmaras frias.

Tabela 6.1 - *Carthamus tinctorius* L. interação significativa entre períodos de armazenamento e tratamentos de sementes para massa de mil diásporos (MMD), condutividade elétrica massal (CEM), germinação aos quatro e 14 DAS (dias após a semeadura) (GER), índice de velocidade de germinação (IVG), emergência no campo (ECP) e índice de velocidade de emergência (IVE).

Tratamento de sementes	Períodos de armazenamento (meses)							
	0	4	8	12	0	4	8	12
	<b>MMD (g)</b>				<b>CEM (<math>\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}</math>)</b>			
Testemunha	36,6 Aa*	36,1 Aa	34,2 Bb	32,6 Ac	139,3 Ac*	212,9 Ac	255,5 Ab	284,3 Aa
Termoterapia calor úmido	36,1 Aa	35,9 Aa	35,7 Aa	31,3 Bb	131,5 Ac	195,5 Bb	259,5 Aa	262,3 Ba
Termoterapia calor seco	36,5 Aa	35,1 Ba	34,9 Ab	31,7 Ac	130,2 Ac	179,7 Cb	231,1 Ba	221,1 Ca
CV (%)	5,36				8,39			
	<b>GER aos quatro DAS (%)</b>				<b>GER aos 14 DAS (%)</b>			
Testemunha	34 Ba*	31 Bb	30 Ab	29 Bb	70 Ba*	62 Bb	61 Bb	52 Bc
Termoterapia calor úmido	37 Aa	35 Aa	31 Ab	32 Ab	75 Aa	71 Aa	63 Bb	56 Bc
Termoterapia calor seco	35 Ba	34 Aa	32 Ab	35 Aa	72 Aa	70 Aa	66 Ab	65 Ab
CV (%)	8,10				7,73			
	<b>IVG</b>				<b>ECP (%)</b>			
Testemunha	48,0 Ba*	44,4 Bb	41,4 Bb	31,3 Bc	74,7 Ca*	67,1 Bb	65,1 Cb	50,1 Cc
Termoterapia calor úmido	51,5 Aa	50,5 Aa	43,8 Ab	36,6 Bc	79,6 Aa	75,5 Ab	67,5 Bc	57,6 B
Termoterapia calor seco	49,5 Aa	49,7 Aa	46,4 Aa	46,0 Aa	76,8 Ba	74,4 Ab	70,5 Ac	78,0 Aa
CV (%)	14,10				7,28			
	<b>IVE</b>							
Testemunha	26,2 Ba*	23,8 Bb	21,8 Bb	14,5 Cc				
Termoterapia calor úmido	27,8 Aa	27,3 Aa	23,9 Ab	20,0 Bb				
Termoterapia calor seco	26,7 Aa	26,6 Aa	24,8 Ab	23,8 Ab				
CV (%)	12,17							

\*Médias não seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, diferem pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ). CV: coeficiente de variação.

A condutividade elétrica massal (CEM) média entre os tratamentos de sementes foi crescente, ao longo do armazenamento, com valores de 134; 196; 249 e 256  $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$  para os períodos de armazenamento de 0, 4, 8 e 12 meses, respectivamente. Constatando-se que conforme o aumento do período de armazenamento, mesmo em condições controladas de umidade relativa do ar e temperatura, houve maior liberação de lixiviação de eletrólitos e, por consequência, houve maior deterioração da qualidade das sementes de cártamo. A redução da expressão percentual da germinação aos 14 DAS (GER) e da emergência de plântulas no campo (ECP) confirma esta deterioração ao longo do período de armazenamento.

Estudos realizados por Abreu et al. (2011), 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. Marcos-Filho (2015) relaciona o teste de condutividade elétrica com a capacidade de reorganização das membranas durante a embebição, e que conforme for à quantidade de íons exsudados liberados neste teste maior é a deterioração das

sementes. Pois, a qualidade das sementes está diretamente correlacionada as suas condições de manejo que envolve desde a colheita até a forma de estocagem.

Verificou-se que os tratamentos das sementes de cártamo por termoterapia via calor úmido e o testemunha sofreram uma redução da expressão percentual da qualidade fisiológica referente a germinação aos quatro DAS ao longo dos períodos de armazenamento. O IVG (índice de velocidade de germinação) apresenta desempenho similar, confirmando esta deterioração da qualidade fisiológica das sementes de cártamo com o passar do tempo de armazenagem (Tabela 6.1).

A qualidade fisiológica inicial do lote de diásporo (fruto e semente) de cártamo utilizado neste trabalho antes do tratamento de sementes e da submissão ao armazenamento era de 70% de germinação e 75% de emergência de plântulas no campo, caracterizando lote comercial segundo a Instrução Normativa n.45/2013 do MAPA (BRASIL, 2013). Observou-se que os tratamentos de sementes no período zero de armazenamento, favoreceu a expressão do potencial germinativo para 75 e 72% e, de emergência de plântulas no campo para 80 e 77% para os tratamentos termoterápicos de calor úmido e seco.

Contudo, verificou-se que a partir do quarto mês de armazenamento, iniciou-se o processo de deterioração das sementes de cártamo, sendo intensificado ao longo dos períodos avaliados para todos os tratamentos de sementes. Resultando na expressão germinativa média de 68; 63 e 57% e de emergência no campo com média de 72; 68 e 62% para os períodos de armazenamento de 4, 8 e 12 meses, respectivamente (Tabela 6.1), bem como evidenciado pela condutividade elétrica massal e pelos IVG e IVE (índice de velocidade de emergência).

Abreu et al. (2011; 2013) verificaram decréscimo na percentagem da germinação de sementes de girassol pelo período de armazenamento de 12 meses, o qual foi acentuado a partir do terceiro e quatro meses de armazenamento, respectivamente. Boiogo 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 a expressão do vigor destas sementes. Almeida et al. (2010) verificaram perdas na qualidade fisiológica de sementes de algodão-herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.), amendoim (*Arachis hipogaea* L.), girassol e soja (*Glycine max* (L.) Merr.) após 135 dias armazenadas em condições controladas, atribuindo esta perda pela a interação das características genéticas de cada espécie com o ambiente de desenvolvimento a colheita, processamento e armazenamento.

O grau de umidade inicial do lote de diásporos de cártamo utilizado neste trabalho antes do tratamento de sementes e do embalamento era de 7,6%. Na Tabela 6.2, observou-se

que o grau de umidade das sementes apresentou diferença estatística entre fatores testados quanto aos tipos de embalagens e tratamentos de sementes por termoterapia, esta diferença ocorreu em função do método de tratamento de sementes, em que o tratamento com termoterapia com calor seco apresentou menor grau de umidade para todos os tipos de embalagens utilizadas no armazenamento. Bessa et al. (2015) atribuíram a variação do grau de umidade das sementes de crambe (*Crambe abyssinica* Hochst.) armazenadas em diferentes embalagens à permeabilidade das embalagens, em que a troca de água ocorre devido as sementes serem higroscópicas.

Tabela 6.2 - *Carthamus tinctorius* L. interação significativa entre tipos de embalagens e tratamentos de sementes para grau de umidade dos diásporos (GRU), comprimento total de plântulas (CPT), massa seca total de plântula (MST), diásporos totais infestadas (DIT), *Aspergillus* spp. (ASP), *Botrytis* spp. (BOT), *Fusarium* spp. (FUS) e *Penicillium* spp. (PEN).

Tratamento de sementes	Tipos de embalagens							
	Vidro	Papel	Plástico	Vácuo	Vidro	Papel	Plástico	Vácuo
	GRU (%)				CPT (cm)			
Testemunha	7,5 Ab*	8,1 Aa	7,5 Ab	7,8 Aa	8,2 Aa*	8,7 Aa	8,4 Ba	8,3 Aa
Termoterapia calor úmido	7,1 Ab	7,7 Aa	7,3 Ab	7,6 Aa	7,7 Bb	8,4 Aa	7,9 Bb	8,3 Aa
Termoterapia calor seco	7,4 Ab	8,0 Aa	8,0 Aa	7,9 Aa	8,5Aa	8,5 Aa	8,8 Aa	8,6 Aa
CV (%)	4,80				4,84			
	MST (mg pl <sup>-1</sup> )				DIT (%)			
Testemunha	9,3 Ba*	9,6 Ba	9,6 Aa	9,8 Aa	34 Aa*	28 Bb	33 Aa	32 Aa
Termoterapia calor úmido	9,2 Bb	9,5 Ba	10,0 Aa	9,0 Bb	30 Ba	32 Aa	33 Aa	28 Bb
Termoterapia calor seco	10,5 Aa	10,5 Aa	10,8 Aa	10,5 Aa	37 Aa	30 Bb	32 Ab	35 Aa
CV (%)	11,95				9,94			
	ASP (%)				BOT (%)			
Testemunha	55 Bc*	68 Ab	67 Ab	71 Aa	28 Aa*	21 Bb	14 Bc	16 Bc
Termoterapia calor úmido	63 Aa	59 Bb	69 Aa	61 Bb	21 Bb	26 Aa	19 Bb	25 Aa
Termoterapia calor seco	56 Ba	54 Ba	50 Bb	46 Cb	16 Bb	21 Ba	22 Aa	21 Aa
CV (%)	16,62				20,55			
	FUS (%)				PEN (%)			
Testemunha	10 Aa*	6 Bb	9 Aa	5 Bb	7 Ba*	4 Ab	10 Aa	7 Ba
Termoterapia calor úmido	3 Ba	5 Ba	5 Ba	1 Ba	14 Aa	5 Ab	8 Ab	12 Aa
Termoterapia calor seco	7 Ab	9 Ab	15 Aa	19 Aa	8 Bb	7 Ab	5 Bb	13 Aa
CV (%)	29,40				30,05			

\*Médias não seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, diferem pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ). CV: coeficiente de variação.

Frasco de vidro de transparente com tampa de rosca (350 mL), sacos de papel Kraft (tipo pardo de 1,0 kg), embalagem plástica de polietileno tereftalato (garrafa PET 600 mL) e saco plástico (polietileno de 500 mL) selado a vácuo.

Almeida et al. (2010) apontam que o armazenamento não melhora a qualidade das sementes, sim tem função de conserva-las, contudo, sementes de espécies oleaginosas a perda da viabilidade é intensificada durante o período de armazenagem conforme a temperatura e a embalagem utilizada. Abreu et al. (2013) observaram que a qualidade das sementes de

girassol variaram conforme o uso de diferentes tipos de embalagens durante o armazenamento, destacando positivamente as embalagens plásticas seladas a vácuo.

Observou-se que a média entre os tratamentos de sementes para os comprimentos totais de plântulas (CPT) foram de 8,1; 8,5; 8,4 e 8,4 cm e a média para as massas secas totais de plântula (MST) foram de 9,7; 9,8; 10,1 e 9,8 mg pl<sup>-1</sup> para as embalagens de frasco de vidro transparente, sacos de papel Kraft, embalagem plástica e saco plástico selado a vácuo, respectivamente (Tabela 6.2). Constatou-se que houve uma similaridade média do comprimento total de plântulas e da massa seca total de plântula de cártamo nas diferentes embalagens utilizadas para todos os períodos de armazenamento.

A qualidade sanitária inicial do lote de diásporos de cártamo utilizado neste trabalho antes do tratamento de sementes e da submissão ao armazenamento era de 35% dos diásporos totais infestados (DIT). Na Tabela 6.2, observou-se que os diásporos de cártamo apresentaram incidência média de fitopatógenos com 34; 30; 33 e 32% das DIT, pelo teste de sanidade, para as embalagens de frasco de vidro transparente, sacos de papel Kraft, embalagem plástica e saco plástico selado a vácuo, respectivamente. Observou-se que houve pouca variação percentual da incidência de fitopatógenos associados aos diásporos de cártamo durante todo o período de armazenamento, independentemente das embalagens utilizadas.

Os fitopatógenos de maior incidência identificados nos diásporos de cártamo foram os dos gêneros *Aspergillus* spp., *Botrytis* spp., *Fusarium* spp. e *Penicillium* spp. com média geral de 61; 22; 8 e 9%, respectivamente, com variação entre os tratamentos de sementes por termoterapia e diferentes embalagens. Vechiato e Parisi (2013) associam a presença de fungos do gênero *Aspergillus* spp. como um indicador da deterioração da qualidade fisiológica das sementes de espécies florestais durante o armazenamento, assim, corroborando com os resultados observados neste trabalho.

Reverberi et al. (2010) mencionam que os fitopatógenos dos gêneros *Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp. são os que mais contribuem para a deterioração das sementes depreciando sua qualidade fisiológica, sendo os principais gêneros de fungos associados às sementes durante o armazenamento. Borém et al. (2006) atribuíram a ocorrência de *Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp. nas sementes armazenadas de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) a aceleração da sua deterioração, resultando em baixos percentuais germinativos desta espécie.

Vechiato e Parisi (2013) relatam a importância da qualidade sanitária das sementes para a formação do estande de plantas, pois a infestação de fungos patogênicos associados às sementes no campo ocasionam podridões, manchas folhares e danos ainda em estágio plantular. Ogut e Oguz (2006) apontam uma redução do rendimento de óleo de cártamo para

biodiesel em até 75%, em virtude da alta incidência de fitopatógenos durante o ciclo de cultivo.

#### 6.4 CONCLUSÃO

A qualidade fisiológica das sementes de cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) é afetada negativamente a partir de quatro meses de armazenamento. O tratamento por termoterapia para as sementes de cártamo propicia um incremento na germinação e na emergência das plântulas no campo somente quando for semeada em seguida ao tratamento (24 h), não mantendo este benefício ao longo do período de armazenagem. Não houve redução da incidência de fitopatógenos associados aos diásporos de cártamo armazenados, independente das embalagens utilizadas, sendo que a maior incidência de fitopatógenos foi do gênero *Aspergillus* spp..

#### REFERÊNCIAS

- ABREU, L. A. S. et al. Deterioration of sunflower seeds during storage. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 35, n. 2, p.240-247, 2013.
- ABREU, L. A. S. et al. 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, H. F. et al. Morfologia de sementes e plântulas de cártamos. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.41, n.2, p.259-265, 2010.
- 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.
- BESSA, J. F. V. et al. 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, N. P. et al. Potencial fisiológico de sementes armazenadas de cultivares de feijão-caupi produzidas no estado do Paraná. **Revista Varia Scientia Agrárias**, Cascavel, v. 03, n.02, p. 21-32, 2013.
- BORÉM, F. M. et al. Controle de fungos presentes no ar e em sementes de feijão durante armazenamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.10, n.3, p.651–659, 2006.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa n. 45**. Brasília. MAPA. 2013, 38p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de Análise Sanitária de Sementes**. Brasília: MAPA, 2009b. 200p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: MAPA, 2009a. 395p.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 588p.

COSTA, C. J. **Armazenamento e conservação de sementes de espécie do Cerrado**. Planaltina: EMBRAPA Cerrados, 2009. 30p.

COUTINHO, W. M. et al. Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de milho submetidas à termoterapia e condicionamento fisiológico. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.32, n.6, p.458-4654, 2007.

EMONGOR, V.; OAGILE, O. **Safflower production**. Botswana: The Regional Universities Forum for Capacity Building in Agriculture - RUFORUM. 2017. 67p.

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: 20 mar. 2018.

FERREIRA, D. F. Sisvar: A guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v.38, n. 2, p.109-112, 2014.

FORTES, F. O. et al. Agrupamento em amostras de sementes de espécies florestais nativas do Estado do Rio Grande do Sul – Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.28, n.6, p.1615-1623, 2008.

GAMA, J. S. N. et al. Thermotherapy in treating fennel seeds (*Foeniculum vulgare* Mill.): effects on health and physiological quality. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 4, p. 842-849, 2014.

JOSÉ, S. C. B. R. et al. Armazenamento de sementes de girassol em temperaturas subzero: aspectos fisiológicos e bioquímicos. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.32, n.4 p.029-038, 2010.

KRYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 218 p. 1999.

MACHADO, J. C. **Tratamento de sementes no controle de doenças**. Lavras: UFLA, 2000. 138 p.

MAGUIRE, J. D. 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, 2015. 650p.

MENTEN, J. O.; MORAES, M. H. D. Tratamento de sementes: histórico, tipos, características e benefícios. **Informativo ABRATES**, Brasília, v. 20, n. 3, p. 52-53, 2010.

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. 218p.

OGUT H., OGUZ H., **Biodiesel: Third Millennium Fuel**. Nobel Publication, n.745, p.55-60. 2006.

REVERBERI, M.; RICELLI, A.; ZLALIC, S.; FABBRI, A. A.; FANELLI, C. Natural functions of mycotoxins and control of their biosynthesis in fungi. **Applied Microbiology and Biotechnology**, New York, v. 87, n. 3, p. 899-911, 2010.

SILVA, H. W. et al. Qualidade de sementes de pimenta durante o armazenamento em diferentes embalagens. **Acta Iguazu**, Cascavel, v.7, n.3, p.76-84, 2018.

VECHIATO, M. H.; PARISI, J.J.D. Importância da qualidade sanitária de sementes de florestais na produção de mudas. **Biológico**, São Paulo, v.75, n.1, p.27-32, 2013.

VILLELA, F. A.; MENEZES, N. L. O potencial de armazenamento de cada semente. **Revista Seed News**, v.8, p.22-25, 2009.

APÊNDICE 6.A - Análise de variância das variáveis de qualidade fisiológica e sanitária das sementes de *Carthamus tinctorius* L. submetidas ao esquema fatorial 3x4x4 (tratamentos de sementes, tipos de embalagens e períodos de armazenamento), com quatro repetições.

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Quadro médio (QM)			
		GRU <sup>A</sup>	MMS	CEM	GER04 <sup>A</sup>
ARM	3	0.008369	222.289377	143924.054744	0.000414
TSE	2	1.871815	7.754507	25466.574827	0.000286
EBL	3	2.193082	5.158987	1154.390442	0.000014
ARM x TSE	6	0.015695 <sup>ns</sup>	10.899410*	2891.629687*	0.000104*
ARM x EBL	9	0.170419 <sup>ns</sup>	2.483492 <sup>ns</sup>	186.488038 <sup>ns</sup>	0.000011 <sup>ns</sup>
TSE x EBL	6	0.428980*	1.735718 <sup>ns</sup>	533.487531 <sup>ns</sup>	0.000025 <sup>ns</sup>
ARM x TSE x EBL	18	0.056969 <sup>ns</sup>	1.273683 <sup>ns</sup>	330.486217 <sup>ns</sup>	0.000034 <sup>ns</sup>
Erro	144	0.143335	3.445704	338.773976	0.000021
		GER14 <sup>A</sup>	IVG	ECP <sup>A</sup>	IVE
ARM	3	0.000665	1324.097920	0.000971	536.090402
TSE	2	0.000311	721.006879	0.000979	272.577215
EBL	3	0.000035	11.405523	0.000073	1.994856
ARM x TSE	6	0.000082*	160.751674*	0.000289*	59.521803*
ARM x EBL	9	0.000019 <sup>ns</sup>	8.002284 <sup>ns</sup>	0.000025 <sup>ns</sup>	2.106601 <sup>ns</sup>
TSE x EBL	6	0.000031 <sup>ns</sup>	60.200237 <sup>ns</sup>	0.000026 <sup>ns</sup>	14.774935 <sup>ns</sup>
ARM x TSE x EBL	18	0.000029 <sup>ns</sup>	44.597633 <sup>ns</sup>	0.000024 <sup>ns</sup>	10.319478 <sup>ns</sup>
Erro	144	0.000038	40.116797	0.000037	8.481405
		CPT	MST	SIT <sup>A</sup>	ASP <sup>A</sup>
ARM	3	0.000713	3.783306	0.000155	0.006848
TSE	2	0.172597	14.632782	0.000026	0.000616
EBL	3	0.204385	1.511785	0.000077	0.000055
ARM x TSE	6	0.001506 <sup>ns</sup>	7.193525 <sup>ns</sup>	0.000071 <sup>ns</sup>	0.001938 <sup>ns</sup>
ARM x EBL	9	0.015482 <sup>ns</sup>	1.872812 <sup>ns</sup>	0.000046 <sup>ns</sup>	0.000176 <sup>ns</sup>
TSE x EBL	6	0.039818*	0.818141*	0.000129*	0.000595*
ARM x TSE x EBL	18	0.005228 <sup>ns</sup>	0.683362 <sup>ns</sup>	0.000055 <sup>ns</sup>	0.000246 <sup>ns</sup>
Erro	144	0.013069	0.806834	0.000048	0.000163
		BOT <sup>A</sup>	FUS <sup>A</sup>	PEN <sup>A</sup>	
ARM	3	0.001554	0.016989	0.005536	
TSE	2	0.002345	0.007445	0.000104	
EBL	3	0.000576	0.001318	0.001254	
ARM x TSE	6	0.002154 <sup>ns</sup>	0.010234 <sup>ns</sup>	0.001440 <sup>ns</sup>	
ARM x EBL	9	0.000306 <sup>ns</sup>	0.002988 <sup>ns</sup>	0.000516 <sup>ns</sup>	
TSE x EBL	6	0.000478*	0.007980*	0.000610*	
ARM x TSE x EBL	18	0.000292 <sup>ns</sup>	0.003257 <sup>ns</sup>	0.000408 <sup>ns</sup>	
Erro	144	0.000321	0.045925	0.000371	

ARM: períodos de armazenamento. TSE: tratamentos de sementes. EBL: tipos de embalagens.

<sup>A</sup> Dados em porcentagem transformados por arco-seno  $\sqrt{x/100}$ .

\*efeito significativo e <sup>ns</sup> efeito não significativo da interação entre os fatores tesados ( $p < 0,05$ ).

**Variáveis:** grau de umidade das sementes (GRU), massa de mil sementes (MMS), condutividade elétrica massal (CEM), germinação aos quatro DAS (dias após a semeadura) (GER04), germinação aos 14DAS (GER14), índice de velocidade de germinação (IVG), emergência no campo (ECP), índice de velocidade de emergência (IVE), comprimento total de plântula (CPT), massa seca total de plântula (MPT), sementes infestadas totais no teste de sanidade (SIT), *Aspergillus* spp. (ASP), *Botrytis* spp. (BOT), *Fusarium* spp. (FUS) e *Penicillium* spp. (PEN).

## 7 CAPÍTULO V

### CULTIVO DE HASTES FLORAIS DE *Carthamus tinctorius* L. (ASTERACEAE) A PARTIR DE SEMENTES TRATADAS POR TERMOTERAPIA

#### RESUMO

As hastes florais de cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) apresentam caráter ornamental devido a sua rusticidade e versatilidade de uso. A espécie é propagada via semente e apresenta alta incidência de patógenos afetando negativamente o estabelecimento de plantas no campo, desta forma, o tratamento de semente torna-se necessário. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o cultivo de hastes florais de cártamo a partir de sementes tratadas por termoterapia e semeadas em diferentes épocas. O experimento foi conduzido na área experimental do Setor de Floricultura, em delineamento inteiramente casualizado, organizado em esquema fatorial 4x3 (épocas de semeadura e tratamentos de sementes), com quatro repetições. O cultivo das hastes florais de cártamo foi a partir das épocas de semeaduras na primeira quinzena estacional: primavera e verão de 2016 e outono e inverno de 2017. Os tratamentos de sementes foram: testemunha (sem tratamento), termoterapia via calor úmido (45° C 15 min<sup>-1</sup>) e termoterapia via calor seco (45° C 24 h<sup>-1</sup>). Avaliaram-se a emergência de plântulas para a formação do estande de plantas, os estádios fenológicos até a floração, duração do ciclo de cultivo, filocrono, antocrono, biometria das hastes florais e inflorescências. Observou-se que os tratamentos de sementes por termoterapia foram benéficos para o estabelecimento inicial das plântulas no campo. O desenvolvimento e a duração do ciclo de cultivo das hastes florais foram diferentes para todas as épocas de semeadura, com manutenção das características ornamentais e a qualidade das hastes florais.

**Palavras-chave:** Épocas de semeadura. Flor de corte. Tratamento de sementes.

## 7.1 INTRODUÇÃO

As inflorescências de cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) apresentam caráter ornamental devido a sua beleza, rusticidade e versatilidade, sendo as hastes florais utilizadas como flor cortada fresca ou seca, com durabilidade de pós-colheita de 15 dias e até dois meses, respectivamente (CORONADO, 2010; MÜNDEL et al., 2004).

O cártamo é uma planta anual, herbácea e ramificada, de 0,3 a 1,5 m de altura. Suas ramificações produzem de 1 a 5 inflorescências em capítulos solitários no ápice dos ramos nas cores amarelo, laranja ou vermelho (EMONGOR; OAGILE, 2017). Como flor cortada, as hastes de cártamo devem apresentar comprimento de 60 a 90 cm, com no mínimo três inflorescências, sendo que a central deve estar iniciando a abertura (COOPERATIVA VEILING HOLAMBRA, 2016).

O ciclo de cultivo para hastes florais de cártamo varia de 80 dias no verão a 140 dias no inverno, com boa adaptação as condições climáticas do sul do Brasil, podendo ser cultivado o ano todo (BELLÉ et al., 2012; STRECK et al., 2005). No entanto, a época de semeadura é dos pontos chave para otimizar a produtividade e a qualidade das hastes florais de cártamo, e estudos demonstraram que o seu cultivo é responsivo a época de semeadura em regiões de temperaturas amenas e com precipitações acima de 400 mm (GOLZARFAR et al., 2012; OMIDI et al., 2012).

Introduzido no sul do país na década de 90, como planta ornamental, atualmente, a produção de hastes florais de cártamo têm sido reduzida gradualmente, em virtude da grande incidência de fitopatógenos em todo ciclo produtivo (SAMPAIO et al., 2017; SANTOS; SILVA, 2015). Com isso, investimentos econômico-científicos são necessários para obter sementes com qualidade fitossanitária.

Embora, no Brasil, o registro de produtos visando o tratamento de sementes seja elevado para espécies agrícolas, nas espécies ornamentais como o cártamo, não há registros no MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento). Neste contexto e buscando uma agricultura de baixo impacto ambiental, a utilização da termoterapia como tratamentos de sementes torna-se uma alternativa e promissora para culturas (COUTINHO et al., 2007; MENTEN; MORAES, 2010) como o cártamo, que apresenta ampla variabilidade de matérias-primas, especialmente, oleífera, medicinal e ornamental.

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o cultivo de hastes florais de cártamo a partir de sementes tratadas por termoterapia e semeadas em diferentes épocas.

## 7.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado, no período de outubro de 2016 a novembro de 2017, no Setor de Floricultura 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, com precipitação média anual acumulada de 1.769 mm, temperatura média anual próxima de 19,2° C e umidade do ar em torno de 78,4% (MORENO, 1961; MOTA et al., 1971).

O experimento foi conduzido na área experimental do Setor de Floricultura, em delineamento inteiramente casualizado, organizado em esquema fatorial 4x3 (épocas de semeadura e tratamentos de sementes), com quatro repetições, sendo cada repetição foi composta por uma parcela nas dimensões de 1 m x 2 m. O cultivo das hastas florais de cártamo cultivar Lasting Orange ocorreu a partir das épocas de semeadura na primeira quinzena estacional: E1: semeadura realizada na primavera de 2016 (06/10/2016); E2: semeadura realizada no verão de 2016 (22/12/2016); E3: semeadura realizada no outono de 2017 (05/04/2017) e E4: semeadura realizada no inverno de 2017 (05/07/2017).

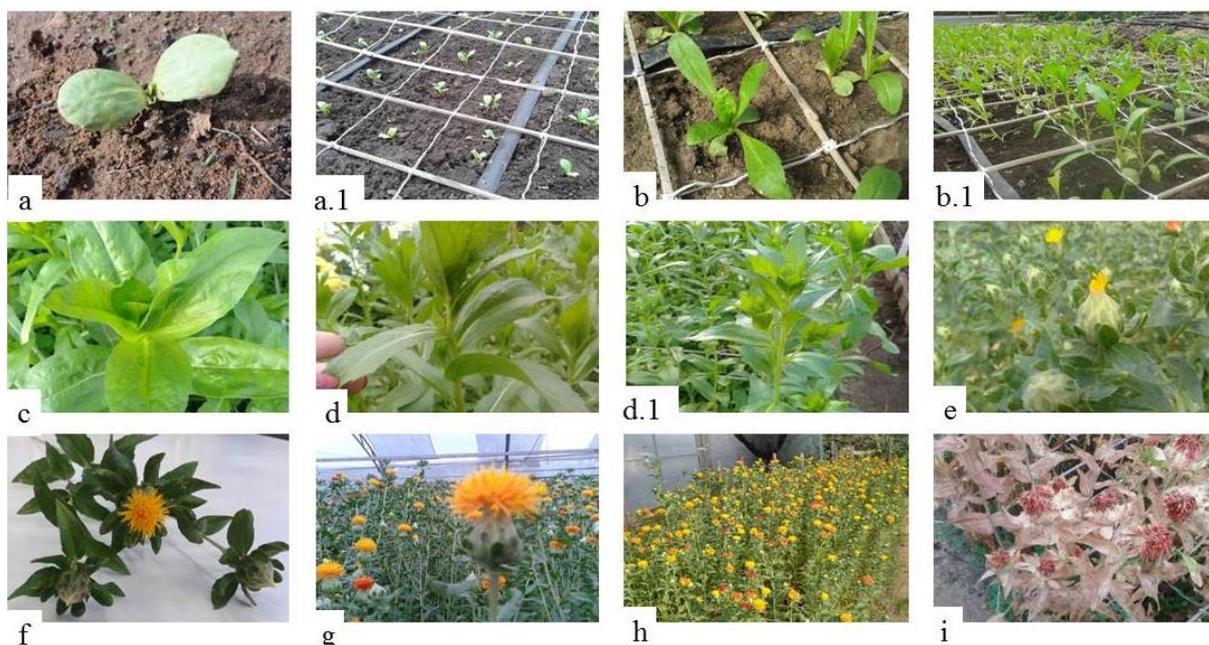
Os tratamentos de sementes foram: TEST: testemunha (sem tratamento); TCU: termoterapia via calor úmido: os diásporos foram acondicionados em Becker de vidro de 500 mL contendo água destilada e este mantido em aparelho de banho-maria termodigital com água aquecida por 45° C 15 min<sup>-1</sup>. Previamente, os diásporos (fruto tipo cipsela concrecido com a semente) foram embebidos em água destilada não aquecida, durante uma hora, para eliminação de bolsões de ar entre os tecidos mortos superficiais, facilitando a condução de calor nos tecidos das sementes (COUTINHO et al., 2007). Após o tratamento termoterápico os diásporos foram postos para secar sobre papel-toalha a temperatura ambiente pelo período de 24 h; TCS: tratamento por termoterapia via calor seco: os diásporos foram acondicionados em sacos de papel Kraft (tipo pardo de 1,0 kg) e submetidos à temperatura 45° C 24 h<sup>-1</sup>, em estufa de circulação forçada, para o procedimento.

Anteriormente, a semeadura realizou-se o preparo dos canteiros (1,2 m x 9,0 m) com a correção do solo de acordo com o resultado do laudo da análise físico-química do solo (Anexo 7.A). Visto que o Manual de adubação e calagem para os Estados do RS e SC (SBCS, 2016) não contempla o cultivo de cártamo, foi usada a recomendação proposta para o cultivo de girassol (*Helianthus annuus* L.) (SBCS, 2004), por pertencer à mesma família botânica. Sobre os canteiros instalou-se o sistema de irrigação por fita gotejadora espaçada a 20 cm (com

gotejadores espaçados a 20 cm e vazão de  $7,5 \text{ L h}^{-1} \text{ m}^{-1}$ ), as telas tutoras tramadas (12,5 cm x 10 cm) formando a densidade de 80 plantas  $\text{m}^{-2}$  recomendada por Bellé et al. (2012).

A semeadura ocorreu diretamente nos canteiros com três diásporos por célula tramada da tela tutora, com objetivo da observação da taxa de emergência e, também, garantindo a formação do estande de plantas inicial (Figura 7.1a) realizou-se o raleio das mesmas formando a densidade recomendada por Bellé et al. (2012).

Figura 7.1 - Estádios fenológicos do *Carthamus tinctorius* L. adaptado de Flemmer, Franchini e Lindström (2015), Rivas e Matarazzo (2009) e Rocha (2005) até a floração. a; a.1: emergência; b; b.1: alongação; c: diferenciação da inflorescência central; d: início da ramificação; d.1: ramificação das inflorescências laterais; e: floração; f: ponto de colheita das hastes; g: plena floração; h: final da floração de colheita, i: hastes florais secas.



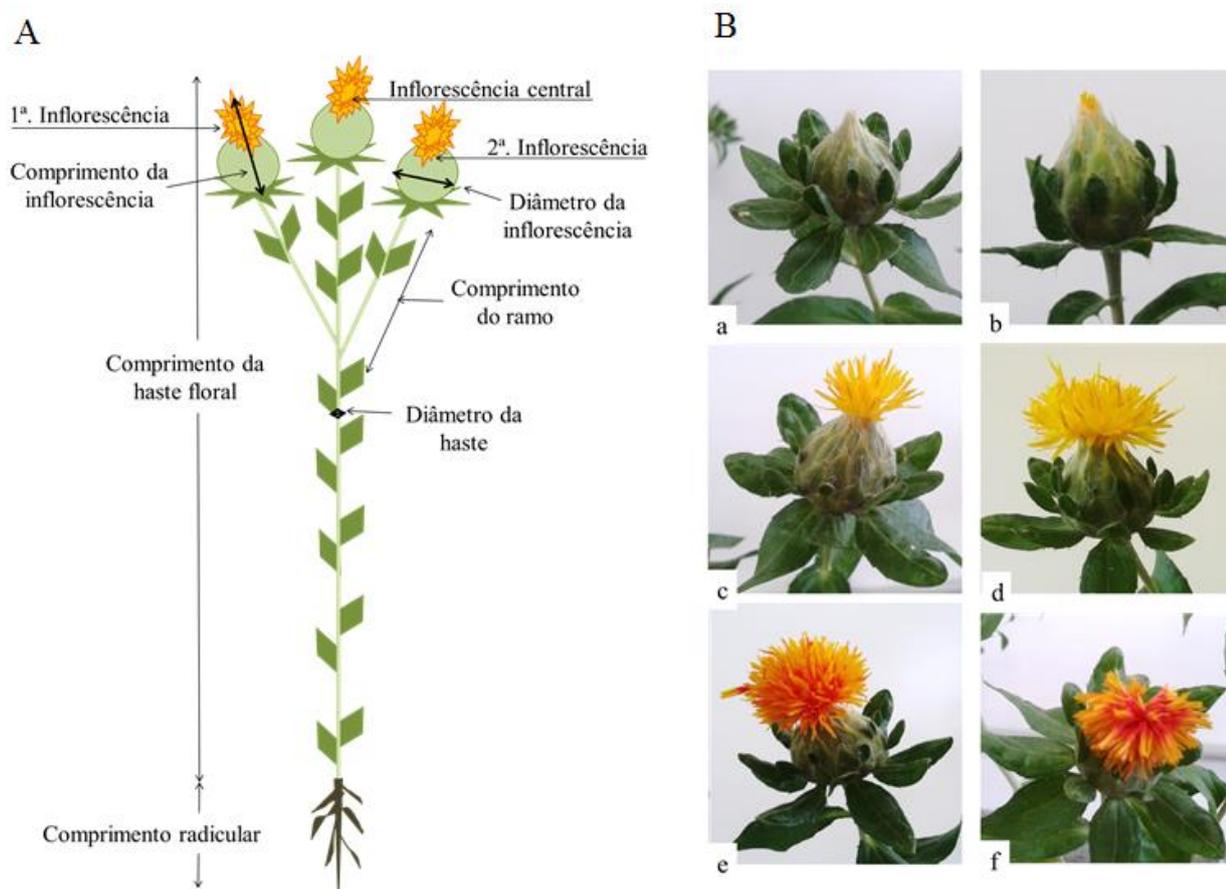
Fotos: MENEGAES, J. F. (2016).

Avaliou-se a emergência de plântulas no campo utilizando como critério o desenvolvimento dos cotilédones e epicótilo (ABUD et al., 2010), por 14 DAS (dias após a semeadura), tendo os resultados expressos em porcentagem de emergência. Os parâmetros de índice de velocidade de emergência (IVE), tempo médio de emergência (TME) e velocidade média de emergência (VME) foram determinados com avaliações diárias conforme a metodologia descrita por Maguire (1962), Furbeck et al. (1993) e Labouriau e Valadares (1976), respectivamente.

Avaliaram-se os períodos (em dias) de cada estágio fenológico (Figura 7.1) seguindo a escala fenológica de cártamo adaptada à proposta por Flemmer, Franchini e Lindström

(2015), Rivas e Matarazzo (2009) e Rocha (2005) até a floração. Bem como, os parâmetros biométricos da cultura (Figura 7.2A): comprimento da haste floral do colo da planta até a inflorescência central; comprimento dos ramos da haste floral da ramificação até a inflorescência; comprimento radicular para mensuração foi arrancado um bloco de solo com 30 cm de profundidade e na sequência, este bloco foi destorroado e lavado para remoção das raízes; número de folhas da haste pelo método de contagem, considerando do colo até a ramificação e, número médio de folhas por ramo pelo método de contagem, por ramo; diâmetro da haste floral medido abaixo o primeiro par de folhas acima da ramificação, diâmetro da haste-ramo um par de folhas abaixo da inflorescência, diâmetro e comprimento das inflorescências com uso de paquímetro digital (precisão de 0,001); massa fresca e seca da haste floral com uso de balança digital (precisão de 0,001g).

Figura 7.2 - *Carthamus tinctorius* L. A - Ilustração para avaliação dos parâmetros biométricos da haste floral. B - Estádios de floração adaptado de Rocha (2005), aparecimento da cor das lígulas no botão (a), aparecimento dos estames visíveis (b), estames e lígulas parcialmente expostos (c), pleno florescimento (d), fim do florescimento (e) e senescência da inflorescência (f).



Área folhar total (AF) foi calculada pela metodologia descrita por Hallaire et al. (1970), expressa na Equação 7.0.1:

$$AF = \sum_{i=1}^n (L \times C) \times k \quad (7.1)$$

onde L: largura da folha; C: comprimento da folha; n: número de folhas; k: fator de correção calculado a partir do coeficiente angular da equação linear entre largura e comprimento folhar pela metodologia de Moraes et al. (2013),  $k=0,42$ .

A soma térmica acumulada (STa, ° C dia) a partir da emergência até a plena floração, pela metodologia de Arnold (1960), expressa na Equação 7.0.2:

$$STa = \sum_{i=1}^n ((T_{\max} + T_{\min}) / 2) - T_b \quad (7.2)$$

onde n: dias entre a emergência e plena floração ; Tmax: temperatura do ar máxima diária (° C); Tmin: temperatura do ar mínima diária (° C); Tb: temperatura-base (° C). Utilizou-se a  $T_b = 5^\circ \text{C}$  de acordo a descrito por Streck et al. (2005).

O filocrono de cada época de semeadura foi estimado pelo inverso do coeficiente angular da regressão linear entre o número de folhas e a soma térmica, entre os estádios fenológicos de emergência ao início da ramificação (Figura 7.1) (KLEPPER et al., 1982; STRECK et al., 2005; XUE, WEISS; BAENZIGER, 2004).

O antocrono de cada época de semeadura foi estimado pelo inverso do coeficiente angular da regressão linear do início da floração e a soma térmica, baseado na metodologia utilizada para estimativa de filocrono, entre os estádios de floração (Figura 7.2Ba a 7.2Bd) (KLEPPER et al., 1982; STRECK et al., 2005; SCHWAB et al., 2014; XUE; WEISS; BAENZIGER, 2004).

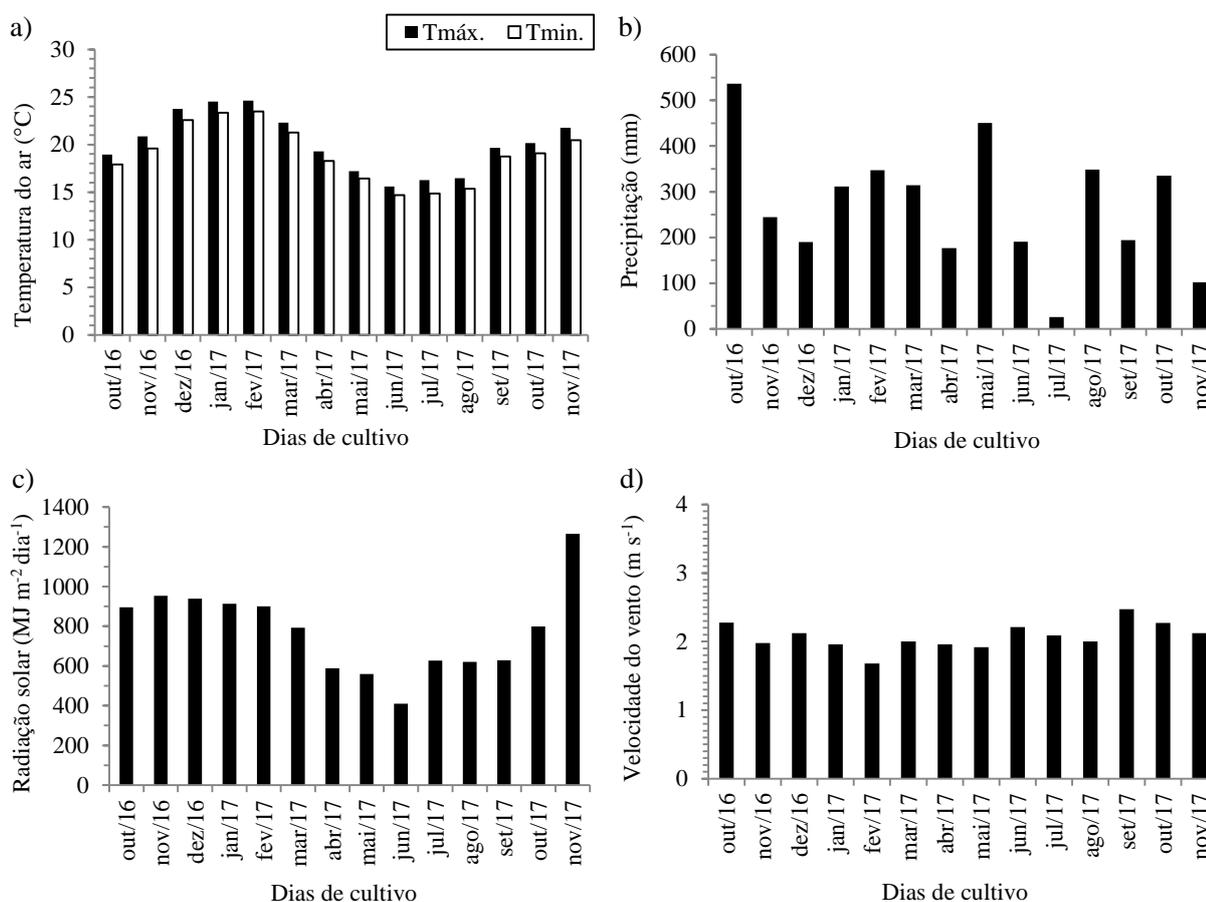
Durante o trabalho foram monitoradas as variáveis meteorológicas temperaturas máxima e mínima, velocidade do vento, precipitação e radiação solar, junto ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) localizado no *Campus* da UFSM.

Os dados expressos em percentagem foram transformados em arco-seno  $\sqrt{x/100}$ . As análises de variância dos dados (Quadrado médio, Apêndice 7.A) e a comparação de médias qualitativas pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ), foram realizadas com o auxílio do programa SISVAR (FERREIRA, 2014).

### 7.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 7.3 apresenta variáveis meteorológicas registradas no período experimental, contabilizadas da sementeira até o estágio fenológico de floração (Figura 7.1e). As amplitudes térmicas médias do ar foram de 20,6; 24,6; 17,5 e 17,9° C de máxima e, 19,5; 23,4; 17,5 e 16,7° C de mínima para as épocas de sementeira realizada na primavera, verão, outono e inverno, nesta ordem. A sementeira e o cultivo de cártamo são recomendados para regiões com temperaturas entre 20 e 35° C (CORONADO, 2010; RIVAS; MATARAZZO, 2009). Paiva e Almeida (2014) enfatizam que a emergência das plântulas de cártamo varia de 10 a 14 dias em temperaturas entre 20 e 23° C.

Figura 7.3 - Variáveis meteorológicas durante o cultivo de *Carthamus tinctorius* L. nas diferentes épocas e sementeira na primavera, verão, outono e inverno de 2016/2017, em Santa Maria. Médias mensais de temperatura máxima e mínima do ar (° C; a), precipitação (mm; b); radiação solar ( $\text{MJ m}^{-2} \text{dia}^{-1}$ ; c) e velocidade do vento ( $\text{m s}^{-1}$ ; d).



As precipitações acumuladas foram de 2.274,7; 2.212,0; 2.973,8 e 1.856,2 mm, com radiações solares médias de 923,9; 883,7; 583,3 e 639,0 MJ m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup> para as épocas de semeadura realizada na primavera, verão, outono e inverno, respectivamente. A velocidade média do vento foi de 2,1 m s<sup>-1</sup> para todas as épocas de semeadura, sem danos as plantas. Em todas as épocas de semeadura não foi verificado acamamento das plantas.

Golzarfar et al. (2012) e Omidí et al. (2012) relatam que a cultura de cártamo desenvolve-se bem em ambientes com precipitações médias entre 600 a 1.000 mm anual, sendo resistente ao estresse hídrico. No entanto, as precipitações acumuladas durante a execução deste trabalho favoreceram a senescência precoce da qualidade das hastes florais, devido à exposição por longos períodos de molhamento folhares.

Para avaliar a emergência de plântulas de cártamo em canteiro e na sequência obter-se um estande inicial de plantas uniformes realizou-se a semeadura com três sementes por célula tramada da tela tutora, considerando-se as sementes tratadas por termoterapia e sem tratamento (Tabela 7.1). Observou-se que a emergência média das plântulas por épocas de semeaduras dos tratamentos de sementes foram 84% (202 plantas m<sup>-2</sup>) para os tratamentos termoterápicos via calor úmido (TCU) e 83% (199 plantas m<sup>-2</sup>) os tratamentos termoterápicos via calor seco (TCS), em comparação as sementes sem tratamento com 73% (175 plantas m<sup>-2</sup>). Esta emergência reflete diretamente no estabelecimento inicial das plântulas no canteiro, proporcionando um estande de plantas uniformes, em que os tratamentos termoterápicos propiciaram um ganho de 15,1 e 13,7% na emergência para a termoterapia via calor úmido e seco, respectivamente, em relação às sementes não tratadas.

Tabela 7.1- Emergência das plântulas, índice de velocidade de emergência (IVE), tempo médio de emergência (TME) e velocidade média de emergência (VME) de *Carthamus tinctorius* L. nos canteiros para formação do estande de planta inicial.

TRAT.	Épocas de semeaduras									
	Primavera	Verão	Outono	Inverno	MD	Primavera	Verão	Outono	Inverno	MD
	Emergência inicial (%)					IVE				
TEST	72 <sup>ns</sup>	71	76	75	73 B	23,3 Bb*	26,6 Bb	30,0 Ba	30,4 Ba	27,6
TCU	84	81	88	84	84 A	37,8 Ab	32,3 Bc	40,5 Aa	36,9 Ba	36,9
TCS	80	83	83	87	83 A	39,3 Ab	38,7 Ab	40,1 Ab	43,7 Aa	40,5
MD	79 b	78 b	82 a	82 a		33,5	32,5	36,9	37,0	
CV (%)	2,53					11,19				
	TME (dias)					VME (dias <sup>-1</sup> )				
TEST	5,9 Ab*	5,7 Ab	9,4 Aa	8,9 Aa	7,5	0,185 Ba*	0,188 Ba	0,107 Ab	0,112 Ab	0,148
TCU	5,0 Ab	5,2 Ab	9,4 Aa	9,4 Aa	7,2	0,199 Aa	0,195 Aa	0,107 Ab	0,107 Bb	0,152
TCS	4,9 Ab	5,0 Ab	9,2 Aa	9,1 Aa	7,1	0,204 Aa	0,205 Aa	0,108 Ab	0,110 Ab	0,157
MD	5,3	5,3	9,3	9,1		0,196	0,196	0,107	0,110	
CV (%)	2,75					2,78				

\* interação significativa e <sup>ns</sup> interação não significativa dos fatores. Teste de médias não seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, diferem pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ). MD: média. CV: coeficiente de variação.

TRAT: tratamentos de sementes: testemunha (TEST), termoterapia via calor úmido (TCU) e termoterapia via calor seco (TCS).

O IVE (índice de velocidade de emergência) médio para as épocas de semeadura foram de 36,9 para o tratamento TCU e 40,5 para o tratamento TCS, em comparação as sementes sem tratamento com 27,6. Observou-se pelo IVE que ambos os tratamentos termoterápicos proporcionaram uma emergência mais rápida, assim, influenciando positivamente a emergência das plântulas e, conseqüentemente, a formação do estande inicial. Ludwig et al. (2008) associaram a velocidade de emergência ao vigor e a qualidade do lote de sementes de feijão como, sendo estes critérios fundamentais para o crescimento inicial e estabelecimento do estande de plantas.

O TME (tempo médio de emergência) foi em média de 5,3; 5,3; 9,3 e 9,1 dias (Tabela 7.1 e Figura 7.4a) e, a VMD (velocidade média de emergência) foi de 0,196; 0,196; 0,107 e 0,100 dias<sup>-1</sup> para as épocas de semeadura realizada na primavera, verão, outono e inverno, nesta ordem. Estes parâmetros apontam que a emergência das plantulas demanda maior período de tempo para ocorrer quando expostas a baixa temperatura, característica das estações mais frias (outono e inverno).

Contatou-se que ambos os tratamentos termoterápicos propiciaram as sementes de cártamo uma maior expressão do seu potencial fisiológico. Ludwig et al. (2008) e Dan et al. (2010) atribuem a qualidade fisiológica das sementes, como, ponto crucial para o estabelecimento das lavoura de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) e de soja (*Glycine max* (L.) Merr), respectivamente, pois está relacionado com a formação do estande e desempenho inicial das plantas. Kaya (2014) pesquisando a qualidade fisiológica das sementes de diferentes cultivares de cártamo submetidas à deterioração controlada com calor úmido a 45° C verificou que até 24 h de exposição a esta temperatura houve um incremento no potencial germinativo e de emergência

O ganho percentual na emergência verificado com o uso de termoterapia como tratamento de sementes de cártamo possibilita uma melhor utilização de radiação solar, água e nutrientes, além de promover uniformidade de plantas por área, fatores estes determinantes para a tomada de decisão no escalonamento da produção, sobretudo, na floricultura. Marcos-Filho (2015) relata que o potencial fisiológico das sementes é expresso pela emergência e, está relacionado com a interação das condições climáticas as quais foram expostas, as quais podem beneficiar o desenvolvimento inicial das plantas e a qualidade das mudas,

especialmente, as que representam produtos comerciais, por exemplo, as olerícolas e florícolas.

Depois do estabelecimento das plântulas de cártamo no estágio fenológico de início da alongação (Figuras 7.1 e 7.4) realizou-se o raleio das plântulas com o objetivo de proporcionar o desenvolvimento das hastes florais com densidade e espaçamento uniformes. Sampaio et al. (2017) verificaram que a época de semeadura e o espaçamento são os principais fatores que interferem na cultura do cártamo, comprometendo a qualidade das plantas e a produtividade de sementes.

O espaçamento e a densidade de plantas para cultura de cártamo é variável conforme a sua finalidade de uso, para sementes/grãos recomenda-se até 400 mil plantas ha<sup>-1</sup> propiciando alta ramificação (OMIDI; KHAZAEI; HONGBO, 2009; MOGHADDAS; OMIDI, 2015). Já para flor de corte, Bellé et al. (2012) recomendam 80 plantas m<sup>-2</sup> para obter-se plantas homogêneas e com pouca ramificação, sendo desejado para a comercialização e classificação das flores de corte de cártamo (COOPERATIVA VEILING HOLAMBRA, 2016).

No geral, o crescimento e o desenvolvimento das plantas de cártamo observado pelos seus estádios fenológicos (Figura 7.4) apresentaram uma pequena variação em função dos diferentes tratamentos de sementes por termoterapia, todavia, ressalta-se uma variação entre as épocas de semeaduras (Tabela 7.2). Observou-se que as plantas são responsivas a soma térmica resultando em hastes florais aptas a colheita, com ciclo médio de 68; 57; 106 e 92 DAS para as épocas de semeadura realizada na primavera, verão, outono e inverno, respectivamente. Verificou-se que as semeaduras nas estações de outono e inverno resultam hastes florais de maior comprimento, diâmetro, massa fresca e número de folhas, em relação às hastes florais cultivadas nas estações de primavera e verão (Tabela 7.3).

Neste experimento, observou-se que para ocorrer o florescimento das hastes florais de cártamo, a planta necessita de soma térmica acumulada de no mínimo 964,8° C dia, obtida em semeadura de verão e a máxima de 1.375,5° C dia no outono (Tabela 7.2). Mendonça et al. (2012) relatam que há uma relação direta entre a soma térmica e os dias do calendário civil, para o tempo biológico em espécies vegetais, demonstrando adaptação da planta ao ambiente de cultivo. Assim, conclui-se que a cultura do cártamo para florescer necessita de acúmulo térmico. E quando seu cultivo ocorre em regiões com estações bem definidas, por exemplo, Santa Maria, RS, o florescimento ocorre em média de 68, 57, 106 e 92 dias a partir da semeadura realizada na primeira quinzena das estações primavera, verão, outono e inverno, respectivamente.

Figura 7.4 - Dias após a semeadura (DAS; a) e soma térmica acumulada ( $^{\circ}$  C dia; b) em função dos tratamentos de sementes e épocas de semeadura para cada estágio fenológico de *Carthamus tinctorius* L. adaptado da escala de Flemmer, Franchini e Lindström (2015), Rivas e Matarazzo (2009) e Rocha (2005) cultivado em Santa Maria, RS.

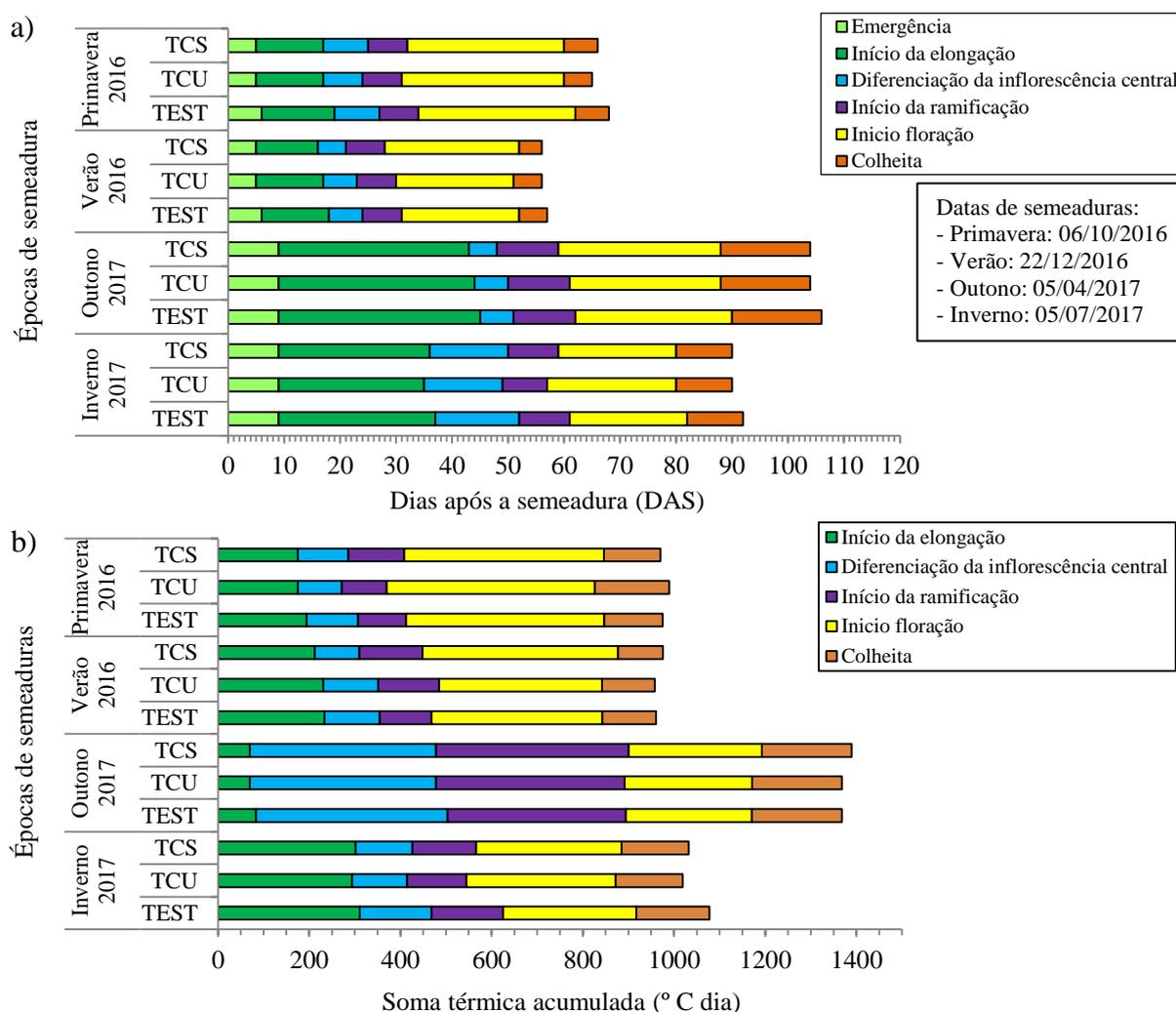


Tabela 7.2 - Soma térmica total, filocrono e antocrono e colheita das hastes florais de *Carthamus tinctorius* L. em função das diferentes épocas de semeadura.

Épocas de semeaduras	Soma térmica total ( $^{\circ}$ C dia)	Filocrono ( $^{\circ}$ C dia $^{-1}$ folha $^{-1}$ )	Antocrono (dias inflorescência $^{-1}$ )	Colheita das hastes florais (dias após a semeadura)
Primavera	978,4 c*	26,8 c*	0,563 b*	68
Verão	964,8 c	35,5 a	0,510 b	57
Outono	1.375,5 a	31,7 b	0,790 a	106
Inverno	1.043,0 b	18,3 d	0,720 a	92
Média	1.090,4	28,1	0,646	81
CV (%)	2,87	2,06	31,05	-

\*Teste de médias não seguidas pela mesma letra diferem pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ). CV: coeficiente de variação.

Emongor e Oagile (2017) apontam que as plantas de cártamo são responsivas a soma térmica, a qual influencia, diretamente na duração do ciclo de cultivo. Bellé et al. (2012) observaram que o ciclo de cultivo para hastes florais de cártamo, em Santa Maria, RS, varia de 80 dias no verão a 140 dias no inverno. FAOSTAT (2017) indica o ciclo médio de cultivo de cártamo, em nível mundial, para produção de sementes varia de 160, 120, 200 e 230 dias nas estações primavera, verão, outono e inverno, simultaneamente, contabilizando os períodos de emergência a colheita de sementes.

Fagundes et al. (2007) apontam o filocrono como parâmetro de desenvolvimento vegetal importante e com relação direta a interceptação e absorção da radiação solar para a emissão folhar. Assim, observou-se que o filocrono para as diferentes épocas de semeaduras de cártamo apresentou média geral de  $28,1^{\circ}\text{C dia folha}^{-1}$ , sendo a semeadura de inverno a que apresentou menor acúmulo térmico para a emissão de folhas com  $18,3^{\circ}\text{C dia folha}^{-1}$ . Streck et al. (2005) verificaram a emissão de folhas de cártamo com filocrono de  $25,5^{\circ}\text{C dia folha}^{-1}$ , para semeadura na primavera. Fagundes et al. (2007) observaram diferenças de filocrono entre  $22,0$  a  $25,4^{\circ}\text{C dia folha}^{-1}$  para girassol em função das diferentes adubações nitrogenadas.

Schwab et al. (2014) apontam o antocrono como parâmetro que representa o intervalo de tempo para abertura das inflorescências. Para as inflorescências de cártamo verificou-se valor médio de  $0,646$  dias inflorescência<sup>-1</sup> (Tabela 7.2), para a abertura floral nos estádios de floração (Figura 7.2Ba a 7.2Bd). Em observação visual da durabilidade das inflorescências de cártamo, constatou-se que o aumento da temperatura do ar acelera a sua abertura, confirmando os valores de antocrono para as estações de primavera ( $0,563$  dias inflorescência<sup>-1</sup>) e verão ( $0,510$  dias inflorescência<sup>-1</sup>), em relação aos cultivos no outono e inverno.

Na Tabela 7.3, apresenta os parâmetros biométricos da haste floral e das inflorescências para as diferentes épocas de semeadura e tratamentos de sementes por termoterapia. Observou-se que o comprimento médio das hastes florais foi de  $79,3$ ;  $79,5$ ;  $128,4$  e  $150,1$  cm para as épocas de semeadura realizadas na primavera, verão, outono e inverno, respectivamente. Há necessidade de acúmulo térmico para a cultura de cártamo florescer e, conseqüentemente, há o prolongamento do ciclo de cultivo, assim, favorecendo o desenvolvimento das hastes florais quanto ao comprimento, a massa e a área folhar.

Verificou-se que em todas as épocas que os comprimentos das hastes foram condizentes com os padrões de comercialização e critérios de classificação para o cártamo em flor de corte determinados pela Cooperativa Veiling Holambra (2016), sendo as hastes classificadas quanto ao comprimento entre de  $60$  a  $90$  cm.

Tabela 7.3 - Biometria da haste floral e das inflorescências de *Carthamus tinctorius* L. em função do tratamento de sementes e época de semeadura.

TRAT.	Épocas de semeaduras									
	PRI	VER	OUT	INV	MD	PRI	VER	OUT	INV	MD
	<b>Comprimento da haste floral (cm)</b>					<b>Comprimento radicular (cm)</b>				
TEST	78,8 Bc*	76,8 Bc	122,5 Bb	148,9 Ba	106,7	20,8 <sup>ns</sup>	18,3	20,6	24,6	21,1 A
TCU	78,5 Bc	80,3 Ac	130,7 Ab	151,0 Aa	110,2	19,5	19,3	21,8	24,9	21,4 A
TCS	80,8 Ac	81,5 Ac	132,0 Ab	150,3 Aa	111,1	20,0	20,8	22,1	24,8	21,9 A
MD	79,3	79,5	128,4	150,1		20,1 c	19,4 c	21,5 b	24,8 a	
CV (%)	4,99					6,93				
	<b>Comprimento do ramo da haste floral (cm)</b>					<b>Diâmetro da haste floral (mm)</b>				
TEST	14,9 <sup>ns</sup>	12,4	21,9	24,5	18,4 A	4,6 Aa*	4,0 Aa	3,7 Ab	3,9 Bb	4,0
TCU	17,2	13,5	21,5	25,0	19,3 A	4,2 Aa	3,8 Ba	3,6 Ab	4,0 Ba	3,9
TCS	16,4	14,5	24,5	26,7	20,5 A	4,2 Aa	4,3 Aa	3,3 Bb	4,5 Aa	4,1
MD	16,1 c	13,5 d	22,6 b	25,4 a		4,3	4,0	3,5	4,1	
CV (%)	17,52					7,54				
	<b>Número de folhas da haste floral (unid.)</b>					<b>Número médio de folhas do ramo (unid.)</b>				
TEST	24,5 Bc*	19,5 Bc	36,6 Bb	52,2 Ba	33,2	6,3 <sup>ns</sup>	5,0	7,2	8,4	6,8 A
TCU	24,5 Bc	19,5 Bc	38,4 Bb	60,6 Aa	35,7	4,8	4,5	6,6	6,8	5,7 B
TCS	26,0 Ac	25,0 Ac	44,2 Ab	61,4 Aa	39,1	5,8	6,0	7,6	8,2	6,9 A
MD	25,0	21,3	39,7	58,1		5,6 b	5,2 b	7,1 a	7,8 a	
CV (%)	10,56					15,91				
	<b>Massa fresca da haste floral (g)</b>					<b>Massa seca da haste floral (g)</b>				
TEST	34,9 Bb*	27,5 Bc	38,4 Bb	47,5 Ba	37,1	7,2 <sup>ns</sup>	4,9	7,1	8,0	6,8 B
TCU	37,3 Ab	18,8 Cd	30,1 Cc	49,5 Aa	33,9	7,3	6,0	7,2	8,2	7,2 A
TCS	38,5 Ab	31,8 Ac	40,2 Aa	48,0 Ba	39,6	8,0	3,7	6,8	8,1	6,7 B
MD	36,9	26,0	36,3	48,3		7,5 b	4,8 c	7,0 b	8,1 a	
CV (%)	24,66					22,68				
	<b>Área folhar (cm<sup>2</sup>)</b>					<b>Diâmetro da inflorescência central (mm)</b>				
TEST	340,2 Ac*	339,6 Bc	499,3 Bb	574,2 Ba	438,3	19,4 <sup>ns</sup>	19,6	20,7	21,6	20,3 A
TCU	326,9 Bc	327,5 Cc	500,3 Bb	653,7 Aa	452,1	19,7	21,7	19,3	22,0	20,7 A
TCS	339,2 Ac	385,4 Ac	530,3 Ab	660,8 Aa	478,9	17,7	20,5	19,9	21,9	20,0 A
MD	335,5	350,8	510,0	629,6		18,9 c	20,6 b	20,0 b	21,9 a	
CV (%)	4,86					8,79				
	<b>Diâmetro da 1ª inflorescência (mm)</b>					<b>Diâmetro da 2ª inflorescência (mm)</b>				
TEST	23,0 Aa*	18,2 Bc	19,7 Ab	20,5 Ab	20,3	20,5 Aa*	18,0 Bb	16,2 Ab	16,9 Ab	17,9
TCU	15,0 Bc	22,2 Aa	18,4 Bb	20,9 Ab	19,2	14,8 Bc	21,2 Aa	15,1 Bc	17,2 Ab	17,1
TCS	20,9 Aa	15,9 Bc	18,9 Ab	20,8 Aa	19,2	21,5 Aa	15,3 Cc	15,5 Bc	17,1 Ab	17,3
MD	20,0	18,8	19,0	20,8		18,9	18,2	15,6	17,0	
CV (%)	13,98					17,81				
	<b>Diâmetro do ramo central (mm)</b>					<b>Diâmetro do ramo primário (mm)</b>				
TEST	1,7 Ab*	1,3 Bc	1,7 Ab	1,9 Aa	1,7	1,3 Ab*	1,6 Aa	1,4 Ab	1,5 Ba	1,4
TCU	1,3 Bb	1,9 Aa	1,6 Ab	2,0 Ba	1,7	1,3 Ab	1,4 Bb	1,2 Bb	1,6 Ba	1,4
TCS	1,5 Bb	1,3 Bb	1,3 Bb	2,5 Aa	1,7	1,3 Ab	1,4 Bb	1,0 Bc	2,0 Aa	1,4
MD	1,5	1,6	1,6	1,9		1,3	1,5	1,2	1,7	
CV (%)	17,62					18,01				
	<b>Diâmetro do ramo secundário (mm)</b>					<b>Comprimento da inflorescência central (mm)</b>				
TEST	1,3 Aa*	1,3 Aa	1,1 Aa	1,2 Ba	1,3	17,1 <sup>ns</sup>	18,6	19,6	19,4	18,7 A
TCU	1,1 Bb	1,4 Aa	1,0 Ab	1,3 Ba	1,2	17,8	19,4	16,9	19,0	18,3 A
TCS	1,4 Aa	1,2 Ab	0,8 Bc	1,6 Aa	1,3	17,2	17,7	18,5	19,5	18,2 A
MD	1,3	1,3	1,0	1,4		17,3 c	18,5 b	18,3 b	19,3 a	
CV (%)	17,96					11,66				
	<b>Comprimento da 1ª inflorescência (mm)</b>					<b>Comprimento da 2ª inflorescência (mm)</b>				
TEST	16,6 <sup>ns</sup>	18,1	14,7	14,5	15,9 A	17,1 <sup>ns</sup>	14,9	12,3	12,2	14,1 A
TCU	17,0	18,6	12,7	14,3	15,7 A	14,7	19,3	10,7	12,0	14,2 A
TCS	15,4	17,4	13,9	14,6	15,3 A	15,5	15,2	11,7	12,3	13,7 B
MD	16,3 a	18,0 a	13,8 c	14,5 b		15,8 a	16,5 a	11,6 b	12,2 b	
CV (%)	11,25					19,19				

\* interação significativa e <sup>ns</sup> interação não significativa dos fatores. Teste de médias não seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, diferem pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ). MD: média. CV: coeficiente de variação.

TRAT: tratamentos de sementes: testemunha (TEST), termoterapia via calor úmido (TCU) e termoterapia via calor seco (TCS). PRI: semeadura na primavera. VER: semeadura no verão. OUT: semeadura no outono. INV: semeadura no inverno.

Shahbazi et al. (2011) estudando as características das hastes de cártamo no Irã, observaram médias de comprimento variam 60 a 120 cm, conforme a cultivar e época de semeadura, sendo esta uma característica genética da planta. Bellé et al. (2012) verificaram comprimento médio de 96 cm das hastes florais de cártamo cultivada em ambiente protegido para as épocas de semeadura na primavera/verão e 130 cm no outono/inverno, respectivamente. Sampaio et al. (2017) verificaram comprimento médio de 79 e 122 cm das hastes de cártamo semeadas no campo nas estações de inverno e de outono, no município de Cascavel, PR.

O comprimento radicular médio das plantas de cártamo foi de 20,1; 19,4; 21,5 e 24,8 cm para as épocas de semeadura realizada na primavera, verão, outono e inverno, respectivamente. Rivas e Matarazzo (2009) relatam que o desenvolvimento do sistema radicular das plantas de cártamo varia conforme a disponibilidade hídrica do solo, pois esta cultura é resistente ao estresse hídrico. Beyyavas et al. (2011) concluíram que tanto o comprimento da haste como o radicular de cártamo são altamente dependentes das condições climáticas da região de cultivo, sobretudo, a temperatura e a umidade dos solo.

A ramificação das hastes florais de cártamo é uma característica não desejada para flor de corte em virtude da sua irregularidade de abertura e senescência floral. Assim, neste trabalho realizou-se a padronização de três ramos/inflorescências por haste (Figura 7.2A). Contudo, quando o cultivo de cártamo for destinado a produção de grãos, quanto maior o número de ramificação maior a produtividade por área, visto que cada ramo produz uma inflorescência com média de 15-30 sementes/grãos (BEYYAVAS et al., 2011; GOLZARFAR et al., 2012).

O comprimento dos ramos da haste, o diâmetro da haste, o número de folhas da haste e dos ramos são características importantes para a estética da haste floral de cártamo formando um maço/buquê homogêneo e uniforme (Figura 7.2). Verificou-se que o comprimento médio do ramo da haste foi de 16,1; 13,5 22,6 e 25,4 cm e, número médio de 5,6; 5,2; 7,1 e 7,8 folhas por ramos para as épocas de semeadura realizada na primavera, verão, outono e inverno, respectivamente (Tabela 7.3).

Vários autores atribuem à variabilidade do diâmetro e do número de folhas das hastes de cârtamo as condições de cultivo, como, época de semeadura, densidade de plantas, tipo de solo, disponibilidade nutricional e hídrica, entre outras (BEYYAVAS et al., 2011; CORONADO, 2010; GOLZARFAR et al., 2012; OMIDI et al., 2012; RIVAS; MATARAZZO, 2009; ROCHA, 2005; SAMPAIO et al., 2017; SANTOS; SILVA, 2015; SHAHBAZI et al., 2011). Neste trabalho (Tabela 7.3) verificou-se que os diâmetros médios das hastes foram de 4,3; 4,0; 3,5 e 4,1 mm e, os números médios de folhas foram de 25,0; 21,3; 39,7 e 58,1 por hastes, para as épocas de semeadura realizada na primavera, verão, outono e inverno, respectivamente.

Menegaes et al. (2017) indicam que o diâmetro da haste tem relação direta com a arquitetura da planta obtendo rigidez necessária para suportar a massa das inflorescências. Streck et al. (2005) atribuíram a emissão de número de folhas de cârtamo como variável dependente da soma térmica e da interceptação da radiação solar pela planta. Conforme foi observada neste trabalho.

A massa fresca da haste média foi de 36,9; 26,0; 36,3 e 48,3 g por haste, com umidade de 79,6; 79,4; 80,7 e 83,2% para as épocas de semeadura realizada na primavera, verão, outono e inverno, respectivamente (Tabela 7.3). A Cooperativa Veiling Holambra (2016) classifica a quantidade de hastes florais de cârtamo por maço e por estação. No verão têm-se hastes finas formando maços com 9 a 10 hastes e no inverno têm-se hastes grossas formando maços com 5 a 8 hastes. No entanto, a Cooperativa não estabelece um valor específico de massa por maço floral de hastes de cârtamo, como ocorre para o crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzevelev.) com 1,4 kg. Menegaes et al. (2017) estudando a qualidade de diferentes cultivares de crisântemo de corte verificaram que hastes florais muito pesadas geram maços com poucas unidades florais, inviável para o comércio.

Observou-se que houve um aumento na área folhar média das hastes florais de cârtamo conforme as épocas de semeadura realizadas com valores de 335,5; 350,8; 510,0 e 629,6 cm<sup>2</sup> na primavera, verão, outono e inverno, respectivamente. Este aumento da área folhar, também, foi verificado por Lucas et al. (2015) estudando a relação entre a soma térmica e as épocas de semeadura para o cultivo de girassol. Menegaes et al. (2016) atribuíram a área folhar de crisântemo cv. Snowdon ao período de exposição aos dias longos (em semanas) favorecendo a emissão de folhas e, conseqüentemente, o número de folhas.

A abertura floral das inflorescências de cârtamo inicia pelo botão central e na seqüência os botões conforme a disposição dos ramos (Figura 7.2A). Em relação à biometria das hastes florais de cârtamo observou-se que as inflorescências centrais se desenvolvem mais

que as demais no primeiro e no segundo ramo, sequencialmente, em virtude do acúmulo de fotoassimilados.

O diâmetro da inflorescência central e os comprimentos das inflorescências (central, primária e secundária) de cártamo não apresentaram diferença significativa entre as épocas de semeadura e tratamentos de sementes por termoterapia, indicando que o desenvolvimento da planta em relação às características ornamentais mantém-se ao longo do ano, garantindo qualidade estética, item primordial para o comércio florícola. Contudo, os diâmetros das inflorescências primária e secundária e os diâmetros dos ramos (central, primária e secundária) de cártamo apresentaram significância entre as épocas de semeadura e tratamentos de sementes, mas, a variação estética foi mínima, não tendo afetado negativamente a qualidade ornamental das hastes florais em aspectos gerais.

#### 7.4 CONCLUSÃO

O tratamento de sementes de cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) por termoterapia via calor úmido e seco demonstraram-se eficientes para o estabelecimento inicial das plântulas no campo, com ganho percentual no potencial fisiológico. Obteve-se tempo médio de emergência de cinco e nove dias para as épocas de semeadura realizada na primavera/verão e outono/inverno, respectivamente.

O desenvolvimento e o ciclo de cultivo das hastes florais a partir das diferentes épocas de semeaduras respondem ao acúmulo da soma térmica, com ciclo médio de 68; 57; 106 e 92 dias após a semeadura, para as épocas de primavera, verão, outono e inverno, respectivamente, podendo ser cultivadas durante todo ano. As características ornamentais e a qualidade das hastes florais de cártamo foram mantidas em todas as épocas de semeaduras.

#### REFERÊNCIAS

ABUD, H. F. et al. Morfologia de sementes e plântulas de cártamos. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 41, n. 2, p. 259-265, 2010.

ARNOLD, C. Y. Maximum-Minimum temperature as a basis for computing heat units. **American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 76, p. 682-692, 1960.

BELLÉ, R. A. et al. Safflower grown in different sowing dates and plant densities. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 12, p. 2145-2152. 2012.

- BEYYAVAS, V. et al. Determination of seed yield and yield components of some safflower (*Carthamus tinctorius* L.) cultivars, lines and populations under the semi-arid conditions. **African Journal of Biotechnology**, v. 10, n. 4, p. 527-534, 2011.
- COOPERATIVA VEILING HOLAMBRA. Padrão de qualidade. **Cartamus de corte**. 2016. 4p.
- CORONADO, L. M. **El cultivo del cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) en México**. Ciudad Obregon: SGI. 2010, 96p.
- COUTINHO, W. M. et al. Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de milho submetidas à termoterapia e condicionamento fisiológico. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.32, n.6, p.458-4654, 2007.
- DAN, L. G. M. et al. Qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas com inseticidas sob efeito do armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n. 2, p. 131-139, 2010.
- EMONGOR, V.; OAGILE, O. **Safflower production**. Botswana: The Regional Universities Forum for Capacity Building in Agriculture - RUFORUM. 2017. 67p.
- FAGUNDES, J. D. et al. Crescimento, desenvolvimento e retardamento da senescência folhar em girassol de vaso (*Helianthus annuus* L.): fontes e doses de nitrogênio. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n.4, p.987-993, 2007.
- 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: 02 mar. 2017.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: A guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v.38, n. 2, p.109-112, 2014.
- FLEMMER, A. C.; FRANCHINI, M. C.; LINDSTRÖM L. I. Description of safflower (*Carthamus tinctorius*) phenological growth stages according to the extended BBCH scale. **Annals of Applied Biology**, v.166, n.1, p. 331–339. 2015.
- FURBECK, S. M., BOURLAND, F. M. Y WATSON, C. E. J. Relationship of seed and germination measurements with resistance to seed weathering cotton. **Seed Science and Technology**, v.21, n.3, p.505-12, 1993.
- GOLZARFAR, M.; S. et al. Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) response to different nitrogen and phosphorus fertilizer rates in two planting seasons. **Žemdirbystė=Agriculture**, v. 99, n. 2 p. 159–166, 2012.
- HALLAIRE, M.M.; BRICHAMBAUT, M.C.P.; GOILLT, M.C. **Techique d'étude des facteurs physiques de la biosphere**. Paris: ENRA, 1970. 543p.
- KAYA, M. D. Conformity of vigor tests to determine the seed quality of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) cultivars. **Australian Journal of Crop Science**, v. 8, n. 3, p 455-459. 2014.

KLEPPER, B.; RICKMAN, R.W.; PETERSON, C.M. Quantitative characterization of vegetative development in small cereal grains. **Agronomy Journal**, Madison, v. 74, n. 5, p. 789-792, 1982.

LABOURIAU, L.G.; VALADARES, M.E.B. On the germination of seeds *Calotropis procera* (Ait.) Ait.f. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.48, n.2, p.263-284, 1976.

LUCAS, D. D. P. et al. Científico Estimation of leaf area index in the sunflower as a function of thermal time. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 46, n. 2, p. 404-411, 2015.

LUDWIG, M. P. et al. Desempenho de plantas de feijão originadas de lotes de sementes com diferentes níveis de qualidade fisiológica. **Revista da FZVA**. Uruguaiana, v.15, n.2, p.44-52. 2008.

MAGUIRE, J.D. 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, 2015. 650p.

MENDONÇA, H. F. C et al. Estimativa do filocrono de morangueiro em sistemas consorciado e solteiro em ambientes protegidos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 1, p. 015-023, 2012.

MENEGAES, J. F. et al. Qualidade das hastes florais de crisântemo cv. Snowdon cultivado em diferentes períodos de dias longos. **Acta Iguazu**, Cascavel, v.5, n.4, p. 54-62, 2016.

MENEGAES, J. F. et al. Qualidade das hastes florais de nove cultivares crisântemo de corte com diferentes despontes. **Acta Iguazu**, Cascavel, v.6, n.1, p. 64-71, 2017.

MENTEN, J. O.; MORAES, M. H. D. Tratamento de sementes: histórico, tipos, características e benefícios. **Informativo ABRATES**, Brasília, v. 20, n. 3, p. 52-53, 2010.

MOGHADDAS, M. S.; OMIDI, A. H. Determination of optimum row-spacing and plant density in goldasht safflower variety. **Scientific Papers. Series A. Agronomy**, v. LVIII, p. 301-306. 2015.

MORAES, L. et al. Avaliação da área folhar a partir de medidas lineares simples de cinco espécies vegetais sob diferentes condições de luminosidade. **Revista Brasileira de Biociência**, Porto Alegre, v. 11, n. 4, p. 381-387, 2013.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria de Agricultura, Diretoria de terras e colonização, 1961. 43p.

MOTA, F. S., et al. **Zoneamento Agroclimático do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Pelotas: IPEAS, 1971. 80p.

MÜNDEL, H. H. et al. **Safflower Production on the Canadian Prairies: revisited in 2004**. Alberta: Agriculture and Agri-Food Canada, Lethbridge Research Center, 2004, 43p.

- OMIDI, A.H. et al. Effect of cultivar and water regime on yield and yield components in safflower (*Carthamus tinctorius* L.). **Turkish Journal of Field Crops**. Istanbul, v.17, n. 1, 2012.
- OMIDI, A.H., KHAZAEI H., HONGBO S., Variation for some important agronomic traits in 100 spring safflower (*Carthamus tinctorius* L.) genotypes. **American-Eurasian Journal Agricultural & Environment Science**, v. 5, n. 6, p. 791-795. 2009.
- PAIVA, P. D. O.; ALMEIDA, E. F. A. **Produção de flores de corte**. Lavras: UFLA, 2014, v. 2. 819p.
- RIVAS, J.; MATARAZZO, R. Producción de cártamo conde raciones generales. **Boletín de divulgación n.20**. Buenos Aires: INTA, 2009. 23p.
- ROCHA, E, K. **Fenologia e qualidade de *Carthamus tinctorius* L. em diferentes populações e épocas de cultivo. 2005, 74f.** Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.
- SAMPAIO, M. C. et al. Effect of plant density on oil yield of safflower. **African Journal of Agricultural Research**, v. 12, n. 25, p. 2147-2152, 2017.
- SANTOS, R. F.; SILVA, M. A. *Carthamus tinctorius* L.: Uma alternativa de cultivo para o Brasil. **Acta Iguazu**, Cascavel, v.4, n.1, p. 26-35, 2015.
- SBCS - SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. Comissão de Química e Fertilidade do Solo. **Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 11. ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/Núcleo Regional Sul, 2016. 367p.
- SCHWAB, N.T. et al. Aplicabilidade do termo antocrono para representar a velocidade de abertura de flores em inflorescência. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.49, n.9, p.657-664, 2014.
- SHAHBAZI, F. et al. Physical properties of safflower stalk. **International Agrophysics**, v. 25, n. 1, p. 281-286, 2011.
- STRECK, N. A. et al. Estimating leaf appearance rate and phyllochron in safflower (*Carthamus tinctorius* L.). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n.6, p. 1448-1450, 2005a.
- XUE, Q.W.; WEISS, A.; BAENZIGER, P.S. Predicting leaf appearance in field-grown winter wheat: evaluating linear and non-linear models. **Ecological Modelling**, v.175, p.261-270, 2004.

ANEXO 7.A - Laudo da análise de solo<sup>1</sup> antes do cultivo de cártamo na área experimental do Setor de Floricultura do Departamento de Fitotecnia da UFSM. Santa Maria, RS, 2016.

**Diagnóstico para acidez do solo e calagem**

Identificação da amostra	pH água (1:1)	Ca	Mg	Al	H + Al	CTC efet.	Saturação (%)		Índice SMP
		cmolc/dm <sup>3</sup>					Al	Bases	
Amostra	6,2	6,4	2,8	0,0	2,0	9,7	0,0	83,1	6,7

**Diagnóstico para macronutrientes e recomendação de adubação NPK-S**

Identificação da amostra	% MO	% Argila	Textura	S	P-Mehlich	C Total*	K	CTC pH 7	K
	m/v			mg/dm <sup>3</sup>		g.kg <sup>-1</sup>	cmolc/dm <sup>3</sup>		mg/dm <sup>3</sup>
Amostra	2,0	26,0	3,0	12,4	59,6	-	0,696	10,6	272,0

**Diagnóstico para micronutrientes e relação molares**

Identificação da amostra	Cu	Zn	B	Fe	Mn	Na	Relação Molares		
	mg/dm <sup>3</sup>						Ca/Mg	(Ca+Mg)/K	K/(Ca+Mg) <sup>1/2</sup>
Amostra	1,398	3,762	0,1	-	-	-	2,4	10,3	0,260

\*Determinado em analisador elementar-combustão seca.

<sup>1</sup> Realizado no Laboratório de Solos da UFSM vinculado a Rede Oficial ROLAS-RS/SC.

APÊNDICE 7.A - Análise de variância (ANOVA) dos parâmetros avaliados referente ao cultivo das hastes florais de *Carthamus tinctorius* L. em esquema fatorial de 4x3 (épocas de semeadura e tratamentos de sementes), com quatro repetições.

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Quadrado Médio (QM)				
		EMI <sup>1</sup>	IVE	TMG	VME	AFL
ES	3	0.000020	43.500571	67.756624	0.030687	205490.220135
TS	2	0.000177	898.215660	0.241890	0.000312	467.187532
ES*TS	6	0.000006 <sup>ns</sup>	36.861985*	0.170095*	0.000139*	342.815805
Erro	48	0.000005	15.580605	0.038948	0.000018	448.756194 <sup>ns</sup>
		STT	FIL	ANT	CHF	CRR
ES	3	311779.843232*	497.958033*	0.085218*	18761.637333	91.854940
TS	2	909.116736	0.115253	0.016544	74.455167	1.334107
ES*TS	6	1147.168910 <sup>ns</sup>	0.051719 <sup>ns</sup>	0.016359 <sup>ns</sup>	27.938500*	2.639600 <sup>ns</sup>
Erro	48	972.722428	0.333944	0.034864	29.934500	2.187941
		CRHF	DHF	NFHF	NFR	MFHF
ES	3	119.200000	1.346889	1688.683333	23.438889	1391.526409
TS	2	36.818667	0.107055	4.850000	7.716667	97.402940
ES*TS	6	0.690667 <sup>ns</sup>	0.269184*	20.050000*	0.805556 <sup>ns</sup>	67.656496*
Erro	48	8.905667	0.089627	13.858333	1.041667	81.219352
		MSHF	DIC	DII	D2I	DHC
ES	3	25.349002	25.014615	14.707940	17.578153	1.311118
TS	2	1.698222	3.079280	5.414435	2.018907	0.004047
ES*TS	6	1.231531 <sup>ns</sup>	3.629553 <sup>ns</sup>	34.014755*	28.209911*	0.473204*
Erro	48	2.479254	3.182933	7.300119	9.261341	0.085882
		DH1	DH2	CIC	C1I	C2I
ES	3	0.618820	0.415036	10.437820	49.206687	93.326313
TS	2	0.014732	0.022212	2.966045	3.764885	1.596292
ES*TS	6	0.164352*	0.147221*	3.044798 <sup>ns</sup>	4.519252 <sup>ns</sup>	13.499936 <sup>ns</sup>
Erro	48	0.065074	0.049497	4.628169	3.079350	7.212310

\* efeito significativo e <sup>ns</sup> efeito não significativo da interação dos fatores ES (épocas de semeadura) e TS (tratamentos de sementes), (p<0,05).

<sup>1</sup> Dados em porcentagem transformados por arco-seno  $\sqrt{x/100}$ .

**Variáveis:** emergência inicial (EMI), índice de velocidade de emergência (IVE), tempo médio de emergência (TME), velocidade média de emergência (VME), área folhar (AFL), soma térmica total (STT), filocrono (FIL), antocrono (ANT), comprimento da haste floral (CHF), comprimento radicular (CRR), comprimento do ramo da haste floral (CRHF), diâmetro haste floral (DHF), número de folhas haste floral (NFHF), número de folhas por ramo (NFR), massa fresca da haste floral (MFHF), massa seca da haste floral (MSHF), diâmetro da inflorescência central (DIC), diâmetro da 1ª. Inflorescência (D1I), diâmetro da 2ª. Inflorescência (D2I), diâmetro da haste central (DHC), diâmetro da haste da 1ª. Inflorescência (DH1), diâmetro da haste da 2ª. Inflorescência (DH2), comprimento da inflorescência central (CIC), comprimento da inflorescência da 1ª. Inflorescência (C1I), comprimento da inflorescência da 2ª. Inflorescência (C2I) e emergência inicial do estande de plântulas (EMI).

## 8 CAPÍTULO VI

### PÓS-COLHEITA DE HASTES FLORAIS DE *Carthamus tinctorius* L. (ASTERACEAE) COLHIDAS EM DIFERENTES ÉPOCAS E SOLUÇÕES CONSERVANTES

#### RESUMO

A conservação das hastes florais cortadas tem como finalidade prolongar a durabilidade, manter a qualidade e reduzir as perdas após a colheita propiciando um período maior de vida útil e comercialização destes produtos. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade e a durabilidade em pós-colheita das hastes florais frescas de cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) colhidas em diferentes épocas e submetidas a diferentes soluções conservantes. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado e, organizado em esquema fatorial 4x8 (quatro soluções conservantes e oito épocas de colheita), com quatro repetições e, cada unidade experimental foi constituída de cinco hastes florais. O cultivo das hastes florais ocorreu no Setor de Floricultura e as épocas de colheita das hastes florais foram realizadas no início da floração a partir da semeadura realizada na primeira quinzena estacional: no inverno, primavera e verão de 2016, outono, inverno, primavera e verão de 2017 e outono de 2018. As soluções conservantes foram: água destilada (testemunha); água destilada + sacarose 2%; água destilada + hipoclorito de sódio 2% e água destilada + sacarose 2% + hipoclorito de sódio 2%. As hastes florais foram avaliadas quanto às notas de qualidade, desidratação e absorção das soluções conservantes. Observou-se que as hastes florais apresentaram vida de vaso em média de nove dias, com absorção de solução na média de  $0,021 \text{ mL dia}^{-1} \text{ g}^{-1}$  de massa fresca e que o uso dos conservantes não foi benéfico à conservação em pós-colheita.

**Palavras-chave:** Cártamo. Flor de corte. Vida de vaso.

## 8.1 INTRODUÇÃO

A floricultura brasileira cultiva aproximadamente 3.000 variedades entre flores de corte, envasadas e plantas ornamentais, com alta exigência na qualidade visual e fitossanitária. Contudo, estes produtos são altamente perecíveis, especialmente, as flores de corte que necessitam de manejo pós-colheita para maximizar a sua vida de prateleira (JUNQUEIRA; PEETZ, 2017).

Entre as flores de corte, as inflorescências de cártamo (*Carthamus tinctorius* L.), pertencente à família Asteraceae, originário da Ásia, destacam-se pela sua beleza, rusticidade e versatilidade, sendo utilizadas como flores cortadas frescas e/ou secas (EMONGOR; OAGILE, 2017). Na Ásia as hastes florais de cártamo são utilizadas para ornamentação, principalmente, em templos religiosos em virtude da sua durabilidade e, no leilão de flores na Holanda, desde 1990, estão entre as 46 flores de corte mais comercializadas (UHER, 2008).

No Brasil, a cultura do cártamo foi introduzida na região sul, na década de 90, como uma alternativa para os produtores de flores em virtude da boa adaptabilidade da cultura as condições climáticas, entretanto, o cultivo ainda é incipiente (BELLÉ et al., 2012; SANTOS; SILVA, 2015). Espécie anual e herbácea ramificada, de 0,3 a 1,5 m de altura, cada ramificação produz de 1 a 5 capítulos solitários no ápice dos ramos nas cores amarelo, laranja ou vermelho, apresenta receptáculo floral escamado e as folhas alternas (KINUPP; LORENZI, 2014).

Em relação à durabilidade das hastes florais de cártamo em de pós-colheita tem-se registro de seis a 15 dias para material fresco e, em material seco em média de dois meses (CORONADO, 2010; PAIVA e ALMEIDA, 2014). Em material fresco a deterioração inicia na sequência da colheita, devido à intensificação dos processos metabólicos naturais da planta, o que implicam na perda de qualidade e do valor comercial. Por isso, o período de armazenamento de flores e folhagens, sobretudo, as cortadas é relativamente curto variando de seis e 15 dias conforme a espécie, assim, se faz necessário o uso de técnicas de conservações para a manutenção da qualidade após sua colheita (WILLS et al., 1998; ALMEIDA et al., 2011), visando prolongar a sua durabilidade com valor comercial.

Entre as técnicas de conservação pós-colheita o uso de soluções conservantes visa estender e manter a qualidade das plantas cortadas, retardando a sua senescência, podendo ser utilizadas em toda a cadeia de distribuição, do produtor ao consumidor final. Halevy e Mayak (1981) classificam quatro tipos de soluções conservantes para o uso em pós-colheita são: a) Fortalecimento ou “pulsing”: utilizada para a hidratação e reposição imediata após a colheita,

não ultrapassando o período de 24 h; b) Condicionamento: para uso, principalmente, durante o transporte, com solução composta de água acrescida de bactericida e de sacarose em baixas concentrações; c) Indução floral: utilizada com objetivo de abertura das inflorescências quando estas são colhidas antecipadamente, ainda em botões imaturos para comercialização e/ou envio a longas distâncias; d) Manutenção: para uso por longos períodos, geralmente, nos pontos de comercialização, contendo substâncias utilizadas de forma isolada ou em conjunto, contribuindo para a manutenção da qualidade das hastes cortadas.

Entre as soluções conservantes, destacamos o uso da solução de manutenção, a qual deve ser simples e de fácil manipulação, em que seus componentes possibilitem as hastes florais hidratação por meio de água, substrato para suplementação dos açúcares naturais, que são rapidamente utilizados após o corte, na respiração, por meio de sacarose e, assepsia por meio de hipoclorito de sódio que além de manter a qualidade da água, retarda as infecções microbianas nos vasos condutores (REID; JIANG, 2012; VAN DOOR, 2001; WILLS et al., 1998).

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade e a durabilidade na pós-colheita de hastes florais frescas de cártamo colhidas em diferentes épocas e submetidas a diferentes soluções conservantes.

## 8.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado, no período de julho de 2016 a outubro de 2018, no Setor de Floricultura e no Laboratório de Biometria, ambos no 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, com precipitação média anual acumulada de 1.769 mm, temperatura média anual próxima de 19,2° C e umidade do ar em torno de 78,4% (MORENO, 1961; MOTA et al., 1971).

O delineamento experimental foi conduzido inteiramente casualizado e, organizado em esquema fatorial 4x8 (quatro soluções conservantes e oito épocas de colheita), com quatro repetições, sendo cada unidade experimental constituída de cinco hastes florais de cártamo.

O cultivo das hastes florais de cártamo cultivar Lasting Orange ocorreu na área do Setor de Floricultura, sendo as épocas de colheita das mesmas realizadas no início da floração (Figura 8.1b, 8.1c, 8.1g), a partir da semeadura realizada na primeira quinzena estacional dos anos de 2016 a 2018, sendo: E1: semeadura realizada no inverno de 2016 e colheita das hastes

florais 105 dias após a semeadura (DAS); E2: semeadura realizada na primavera de 2016 e colheita das hastes florais 70 DAS; E3: semeadura realizada no verão de 2016 e colheita das hastes florais 61 DAS; E4: semeadura realizada no outono de 2017 e colheita das hastes florais 109 DAS; E5: semeadura realizada no inverno de 2017 e colheita das hastes florais 95 DAS; E6: semeadura realizada na primavera de 2017 e colheita das hastes florais 69 DAS; E7: semeadura realizada no verão de 2017 e colheita das hastes florais 68 DAS; E8: semeadura realizada no outono de 2018 e colheita das hastes florais 120 DAS. E, as soluções conservantes foram: SC1: água destilada (testemunha); SC2: água destilada + sacarose 2%; SC3: água destilada + hipoclorito de sódio 2% e SC4: água destilada + sacarose 2% + hipoclorito de sódio 2%.

Figura 8.1 - *Carthamus tinctorius* L. Ilustração para avaliação dos parâmetros biométrico da haste floral (a), haste floral padronizadas com 60 cm (b) e com três inflorescências (c), maço com 10 hastes (d). Estádios de floração adaptado de Rocha (2005), aparecimento da cor das lígulas (e), aparecimento dos estames visíveis (f), estames e lígulas parcialmente expostos (g), pleno florescimento (h), fim do florescimento (i) e senescência na inflorescência (j).

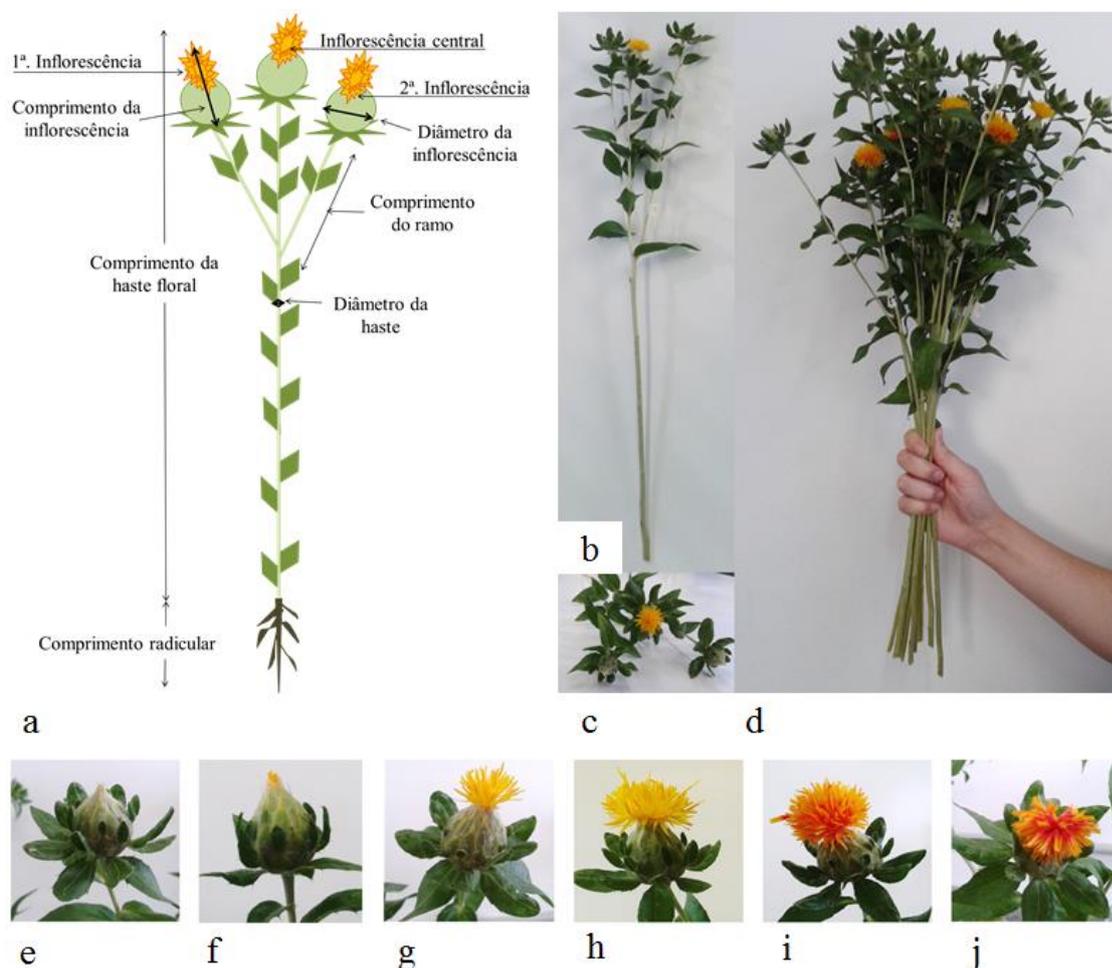


Foto: MENEGAES, J. F. (2016).

A semeadura ocorreu diretamente nos canteiros, com preparo prévio do solo, sobre os canteiros instalou-se o sistema de irrigação por gotejamento e as telas tutoras tramadas (12,5 cm x 10 cm) formando a densidade de 80 plantas m<sup>-2</sup> recomendada por Bellé et al. (2012). As colheitas das hastes florais ocorreram quando a inflorescência central estava parcialmente aberta e as demais fechadas (Figura 8.1b, 8.1c, 8.1g), de acordo com os padrões de comercialização e critérios de classificação para o “*cártamo em flor de corte*” determinados pela Cooperativa Veiling Holambra (2016). Imediatamente, após a colheita as hastes florais foram padronizadas com corte em bisel mantendo 60 cm de comprimento e três inflorescências (Figura 8.1b, 8.1c). Na sequência as hastes florais foram submetidas ao resfriamento em câmara fria a 5±2° C acondicionadas em água destilada, por 24 h (adaptado de SONEGO e BRACKMANN, 1995).

Avaliaram-se os diâmetros médios das inflorescências e da haste floral (Figura 8.1a), que foram mensurados por paquímetro digital (precisão de 0,001 mm). Para verificar a durabilidade das hastes florais, após o resfriamento, essas foram alocadas em recipientes de vidro transparente (volume de 1,2 L) contendo 300 mL de soluções conservantes (com coluna de água de sete cm) correspondente aos tratamentos supracitados, sendo renovados a cada três dias, as condições ambientais da sala experimental foram mantidas com ar condicionado à temperatura média de 20° C e umidade relativa média de 65% constantes.

A vida de vaso foi avaliada quanto à durabilidade das hastes florais, as quais apresentavam aspecto sadio e comercializável até atingirem nota três (Quadro 8.1). Também, foi avaliada a qualidade das hastes florais conforme as características das folhas, quanto ao murchamento, amarelecimento e necrose e, das inflorescências quanto ao ponto de comercialização pela escala de notas apresentados no Quadro 8.1.

A massa fresca relativa (MFR) das hastes florais pré e pós-armazenamento foi calculada conforme a metodologia de Schmitt et al. (2014), e apresentada pela Equação 8.0.1:

$$MFR_{( \% )} = (M_t \times 100) / M_{t=0} \quad (8.1)$$

onde: M<sub>t</sub> = massa fresca da haste (g) no t = dias após a colheita; M<sub>t=0</sub> = massa fresca da haste (g) no dia da colheita

Quadro 8.1 - Escala de notas para avaliação da longevidade das hastes florais de *Carthamus tinctorius* L. em pós-colheita.

NOTA	Inflorescências						Folhas				Aspecto sadio e comercial
	Posição	Fechada	50% aberta	Aberta	50% senescente	100% senescente	Coloração		Hidratação		
1	Central			x			Verde	x	Turgidez	x	Sim
	Primeira	x	x				50% amarelecida		50% turgida		
	Segunda	x					Amarelecida		Seca		
2	Central				x		Verde	x	Turgidez	x	Sim
	Primeira			x			50% amarelecida		50% turgida		
	Segunda		x	x			Amarelecida		Seca		
3	Central				x		Verde	x	Turgidez	x	Sim
	Primeira				x		50% amarelecida	x	50% turgida		
	Segunda			x			Amarelecida		Seca		
4	Central					x	Verde		Turgidez	x	Sim, com remoção do botão central
	Primeira					x	50% amarelecida	x	50% turgida	x	
	Segunda				x		Amarelecida		Seca		
5	Central					x	Verde		Turgidez		Não
	Primeira					x	50% amarelecida	x	50% turgida	x	
	Segunda				x	x	Amarelecida	x	Seca	x	

Elaboração: MENEGAES, J. F. (2016).

A absorção de solução conservante (ASC) das hastes florais em pós-armazenamento foi calculada pela metodologia de Antes et al. (2009), e apresentada pela Equação 8.0.2:

$$ASC \text{ (mL dia}^{-1} \text{ g}^{-1} \text{ de massa fresca)} = (V_{t-1} - V_t) / M_{t=24 \text{ h}} \quad (8.2)$$

onde:  $V_t$  = volume da solução (mL) no t=dias após a colheita;  $V_{t-1}$  = volume da solução (mL) no dia anterior e  $M_{t=24 \text{ h}}$  = massa fresca da haste 24 h após a colheita.

As aferições da massa das hastes florais, absorção de solução conservante e notas foram com intervalo de três dias, aos 3, 6, 9, 12, 15, 18 e 21 dias do início do processo de pós-colheita (DPC).

Os dados expressos em percentagem foram transformados em arco-seno  $\sqrt{x/100}$ . As análises de variância dos dados (Quadrado médio, Apêndice 8.A e 8.B), a comparação de médias qualitativas pelo teste de Scott-Knott e médias quantitativas por regressão ( $p < 0,05$ ), foram realizadas com o auxílio do programa SISVAR (FERREIRA, 2014). Também, realizou-se a comparação das médias progressivas das notas de qualidade, das absorções das soluções conservantes e das desidratações das hastes florais de *C. tinctorius* em pós-colheita, avaliadas aos 3, 6, 9, 12, 15, 18 e 21 dias do início do processo de pós-colheita (DPC) por regressão ( $p < 0,05$ ).

### 8.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se que a realização do procedimento de resfriamento das hastes florais de cártamo na sequência da colheita auxiliou no retardo da sua senescência, apresentando benefício para qualidade estética destas hastes, em relação ao não uso do resfriamento comparado por experimentação preliminar. Paiva e Almeida (2014) recomendam à manutenção inicial das hastes florais de cártamo a temperatura de 4° C para evitar a deterioração precoce das mesmas. Almeida et al. (2011) e Reid e Jiang (2012) apontam que este procedimento é primordial para a conservação da umidade da planta, assim removendo o calor das hastes advindas do campo, além de favorecer a redução da taxa respiratória e infecção por patógenos.

Depois de colhidas as hastes florais de cártamo houve a padronização das mesmas, em todas as épocas de colheita. Verificou-se que não houve diferença significativa para os parâmetros de massa fresca inicial e após 24 h da colheita da haste floral, diâmetros médios das inflorescências e da haste floral (Tabela 8.1), atendendo as exigências comerciais de comercialização para o cártamo Cooperativa Veiling Holambra (2016).

A vida de vaso comercial das hastes florais de cártamo com aspecto sadio e comercializável ocorreu até as mesmas atingirem nota três (Quadro 8.1 e Figura 8.1). Deste modo, observou-se que houve interação significativa dos fatores testados, e que as durabilidades destas hastes variaram de oito e 15 dias de vida de vaso (Figura 8.2a). Verificou-se que na média as soluções conservantes variaram pouco no período de vida de vaso, em relação às diferentes épocas de colheita, destacando a época E5 (semeadura realizada no inverno de 2017 e colheita das hastes florais 95 DAS) com durabilidade média de 15 dias, com abertura total de todas as inflorescências.

Paiva e Almeida (2014) relatam que a durabilidade das hastes florais de cártamo varia de 6 a 8 dias de vida de vaso em solução preservativa ou apenas em água. Todavia, o uso da escala de notas para a qualidade das hastes florais cártamo permitiu quantificar o período mínimo de oito dias após a colheita, para que estas hastes cheguem ao consumidor com qualidade. Em experimento de pós-colheita com hastes florais de girassol (*Helianthus annuus* L.), Curti et al. (2012) apontam a necessidade do escala de notas para qualificar a durabilidade e vida de vaso, corroborando com os resultados do presente trabalho.

Tabela 8.1 - Massa fresca inicial e após 24 h da colheita da haste floral, diâmetros médios das inflorescências e da haste floral, vida de vaso comercial e absorção acumulada das soluções conservantes das hastes florais de *Carthamus tinctorius* L. colhidas em diferentes épocas e submetidas às diferentes soluções conservantes.

Épocas de colheita	Massa fresca inicial da haste floral (g)					Massa fresca da haste floral após 24 h (g)				
	Soluções conservantes					Soluções conservantes				
	SC1	SC2	SC3	SC4	MD	SC1	SC2	SC3	SC4	MD
E1	26,3 <sup>ns</sup>	21,0	29,0	28,8	26,3 A	25,8 <sup>ns</sup>	20,6	28,7	28,0	25,8 A
E2	29,3	19,8	29,6	17,8	24,1 A	29,0	19,4	29,3	17,5	23,8 A
E3	20,6	16,4	22,7	22,5	20,5 C	20,2	16,1	22,4	21,9	20,2 B
E4	22,4	15,2	22,7	24,2	21,1 B	22,0	15,0	22,3	24,1	20,9 B
E5	23,7	22,6	31,2	26,6	26,0 A	23,3	22,0	30,2	25,9	25,4 A
E6	18,0	22,6	27,9	21,9	22,6 B	17,5	22,0	27,0	21,4	22,0 B
E7	20,6	14,3	31,2	20,3	21,6 B	20,0	13,9	30,5	20,0	21,1 B
E8	23,3	13,4	23,7	17,7	19,5 C	22,6	13,0	25,6	17,3	19,6 B
MD	23,0 b	18,2 c	27,3 a	22,5 b		22,5 b	17,8 c	27,0 a	22,0 b	
CV	36,14%					35,10%				
	Diâmetro da haste floral (mm)					Diâmetro médio das inflorescências (mm)				
	SC1	SC2	SC3	SC4	MD	SC1	SC2	SC3	SC4	MD
	E1	4,6 <sup>ns</sup>	4,4	4,8	5,0	4,7 A	20,1 <sup>ns</sup>	21,7	21,1	19,8
E2	4,0	3,8	4,2	4,3	4,1 B	19,1	19,2	17,7	18,1	18,5 B
E3	4,6	4,2	4,2	4,0	4,2 B	18,4	21,0	15,9	23,0	19,6 A
E4	4,1	4,0	4,0	3,6	3,9 B	17,7	19,6	15,1	20,7	18,3 B
E5	4,7	4,5	4,9	5,1	4,8 A	14,8	17,0	18,9	16,8	16,9 D
E6	4,1	4,5	4,3	4,4	4,3 B	21,0	17,0	15,3	20,9	18,6 B
E7	4,7	4,2	4,2	4,1	4,3 B	19,7	17,8	19,5	16,0	18,2 B
E8	3,8	3,8	4,2	4,3	4,0 B	19,5	16,6	16,0	19,3	17,8 C
MD	4,3 a	4,2 b	4,3 a	4,4 a		18,8 b	18,7 b	17,4 c	19,3 a	
CV	17,83%					8,09%				
	Vida de vaso comercial (dias)					Absorção acumulada da solução conservante (mL g <sup>-1</sup> de massa fresca)				
	SC1	SC2	SC3	SC4	MD	SC1	SC2	SC3	SC4	MD
	E1	10,5 Ca*	9,0 Bb	8,3 Dc	10,5 Ba	9,6	0,33 Ca*	0,21 Cb	0,28 Bb	0,28 Bb
E2	9,0 Db	9,0 Bb	12,0 Ba	11,3 Ba	10,3	0,34 Cc	0,27 Cc	0,41 Ab	0,55 Aa	0,39
E3	9,8 Cb	8,3 Bc	10,5 Ca	9,0 Cb	9,4	0,38 Ca	0,30 Ca	0,34 Ba	0,35 Ba	0,34
E4	14,5 Aa	14,3 Aa	12,0 Bb	11,5 Bb	13,1	0,33 Cb	0,25 Cb	0,40 Aa	0,30 Bb	0,32
E5	12,0 Bc	14,3 Ab	15,0 Aa	15,0 Aa	14,1	0,53 Ba	0,47 Bb	0,45 Ab	0,47 Bb	0,48
E6	12,0 Bb	14,3 Aa	9,0 Cc	10,5 Bc	11,4	0,79 Aa	0,47 Bc	0,48 Ac	0,65 Ab	0,60
E7	8,8 Db	9,0 Bb	10,8 Ca	10,5 Ba	9,8	0,58 Bb	0,65 Aa	0,42 Ab	0,58 Ab	0,56
E8	9,8 Cb	9,0 Bb	11,3 Ba	11,5 Ba	10,4	0,41 Cc	0,74 Aa	0,53 Ab	0,58 Ab	0,57
MD	10,8	10,9	11,1	11,2		0,46	0,42	0,41	0,47	
CV	16,02%					41,81%				

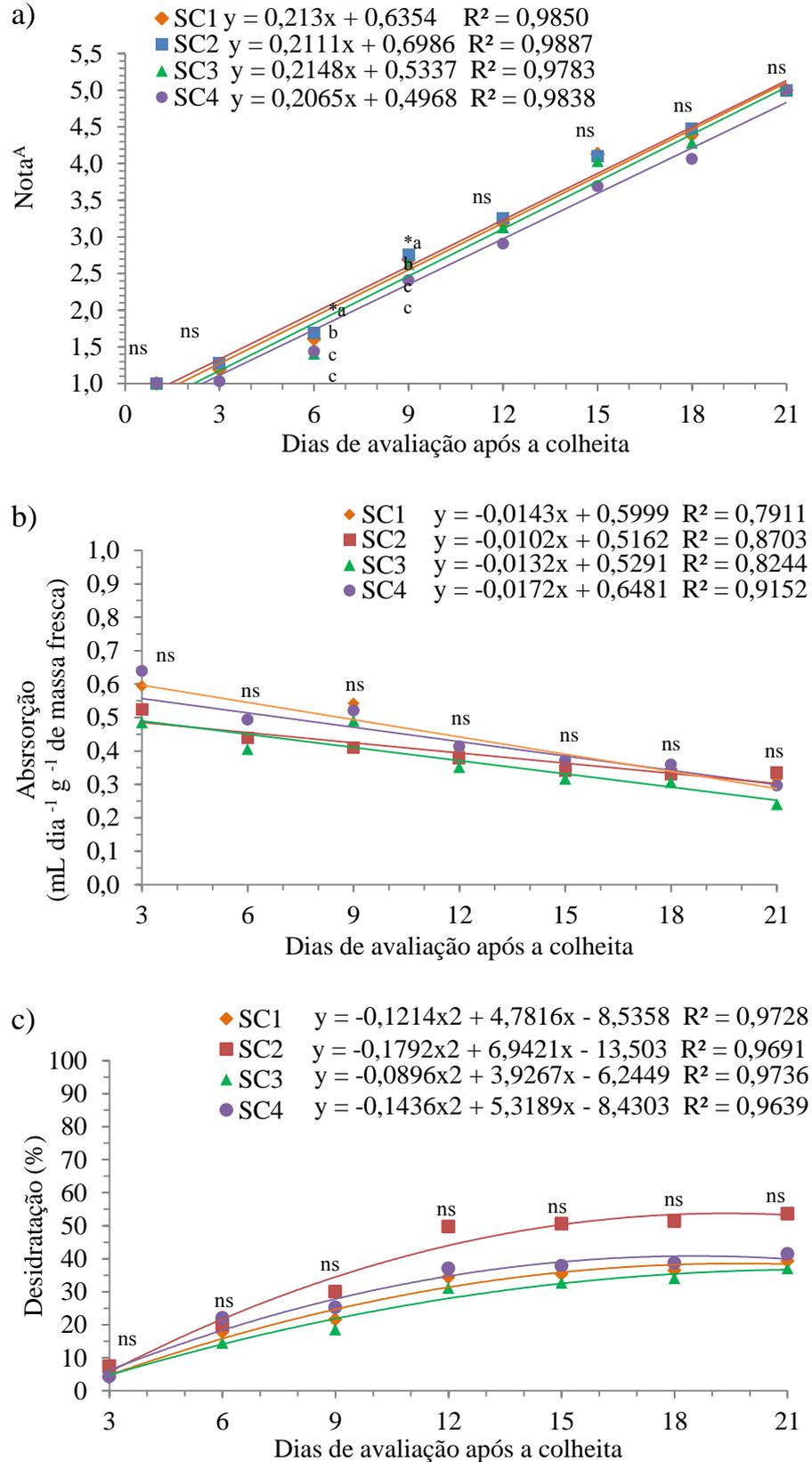
\*interação significativa e <sup>ns</sup> interação não significativa dos fatores. Teste de médias não seguidas pela letra, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, diferem pelo teste de Scott-Knott (p<0,05).

E1: semeadura realizada no inverno de 2016 e colheita das hastes florais 105 dias após a semeadura (DAS); E2: semeadura realizada na primavera de 2016 e colheita das hastes florais 70 DAS; E3: semeadura realizada no verão de 2016 e colheita das hastes florais 61 DAS; E4: semeadura realizada no outono de 2017 e colheita das hastes florais 109 DAS; E5: semeadura realizada no inverno de 2017 e colheita das hastes florais 95 DAS; E6: semeadura realizada na primavera de 2017 e colheita das hastes florais 69 DAS; E7: semeadura realizada no verão de 2017 e colheita das hastes florais 68 DAS; E8: semeadura realizada no outono de 2018 e colheita das hastes florais 120 DAS.

SC1: água destilada (testemunha); SC2: água destilada + sacarose 2%; SC3: água destilada + hipoclorito de sódio 2% e SC4: água destilada + sacarose 2% + hipoclorito de sódio 2%.

MD: média. CV: coeficiente de variação.

Figura 8.2 - Médias progressivas das notas de qualidade, das absorções das soluções conservantes e das desidratações das hastas florais de *Carthamus tinctorius* L. em pós-colheita, avaliadas aos 3, 6, 9, 12, 15, 18 e 21 dias do início do processo de pós-colheita (DPC).



<sup>A</sup> Nota de qualidade também foi avaliada 24 h após a colheita (um DPC).

\*efeito significativo e <sup>ns</sup> efeito não significativo das médias das soluções conservantes em função dos dias de avaliação após a colheita.

SC1: água destilada (testemunha); SC2: água destilada + sacarose 2%; SC3: água destilada + hipoclorito de sódio 2% e SC4: água destilada + sacarose 2% + hipoclorito de sódio 2%.

A qualidade das hastes florais de cártamo foi avaliada até 21 dias conservadas em pós-colheita quanto obteve nota 5, momento de descarte destas hastes pelo consumidor final. Considerando, em geral, que a comercialização das flores cortadas ocorra até sete dias após a colheita, isto indica que as soluções conservantes utilizadas neste trabalho foram eficientes para prolongar a vida de vaso das hastes florais de cártamo com qualidade.

Castro et al. (2014) e Sanches et al. (2017) apontam que a longevidade das hastes florais está diretamente relacionada ao estágio de desenvolvimento das flores na colheita, ou seja, o ponto de abertura. Quanto mais aberto o botão floral menor será a sua durabilidade no vaso, em virtude da aceleração dos processos metabólicos da respiração, sendo necessário o uso de soluções conservantes para manter a qualidade floral por um maior período de tempo.

Observou-se que o ponto de abertura da inflorescência central parcialmente aberta (Figura 8.1b, 8.1c, 8.1g) qualifica visualmente a estética da haste floral de cártamo, possibilitando a sua comercialização por maior período em virtude das demais inflorescências abrirem com o passar dos dias sem prejuízo a durabilidade de vida de vaso, como verificado na Tabela 8.1.

Bellé et al. (2004) relatam que o ponto de abertura floral ou de colheita é o estágio em que uma flor poderá ser completada com sua colocação somente em água, desde que a planta apresente boas reservas e condições de temperatura adequada, corroborando com os resultados deste trabalho. Castro et al. (2014) e Cordeiro et al. (2011) verificaram que as espécies que copo-de-leite (*Zantedeschia aethiopica* (L.) Spreng.) e rosa (*Rosa x hybrida*), respectivamente, podem ser colhidas precocemente, antes da abertura floral total sem prejuízo a durabilidade de vida de vaso.

A média da absorção acumulada de solução conservante foi de 0,442 mL g<sup>-1</sup> de massa fresca, correspondendo a 0,021 mL dia<sup>-1</sup> g<sup>-1</sup> de massa fresca (Tabela 8.1). Na Figura 8.2b, observou-se que há uma maior absorção da solução conservantes pelas hastes florais até 9 DPC e a partir de 12 DPC reduz esta absorção permanecendo constante até o final do processo de conservação empós-colheita (21 DPC). Resultados semelhantes aos nossos foram verificados no trabalho de Antes et al. (2009) com hastes de rosa, neste caso a redução da absorção das soluções conservantes se deu aos 7 DPC. Spricigo, Ferreira e Calbo (2012) verificaram diminuição da absorção das soluções das hastes de crisântemo (*Dendranthema*

*grandiflora* Tzvelev.) a partir dos 3 DPC e durabilidade das hastes até 12 DPC. Contudo, Schmitt et al. (2014) estudando pós-colheita de gérbera de corte (*Gerbera jamesonii* Adlam) não verificaram diferença na absorção das diferentes soluções conservantes.

A Figura 8.2c, apresenta a desidratação progressiva das hastes florais de cártamo submetidas às diferentes soluções conservantes, observou-se que a perda de massa fresca em percentual foi crescente com o passar do período em conservação. Verificou-se uma similaridade no processo de desidratação das hastes em todas as soluções conservantes testadas tanto para as diferentes épocas de colheitas.

A média geral de perda de massa fresca das hastes florais de cártamo após 24 h de resfriamento foi de 2%, sendo esta perda média gradual de 8,8; 27,9; 31,5; 40,9; 42,9; 44,9 e 47,7% para as avaliações nos dias 3, 6, 9, 12, 15, 18 e 21 DPC, respectivamente. Observou-se que até 12 DPC houve uma desidratação crescente das hastes florais de cártamo e após este período uma pequena variação na perda de massa fresca.

O murchamento e o amarelecimento das folhas, no geral, começaram após nove dias de conservação em pós-colheita, sendo acentuado a partir de 15 dias, período este que também se intensificou a senescência das inflorescências centrais das hastes florais de cártamo, apresentando nota três (Figura 8.3) da escala de qualidade supracitada. Evidências de senescência similares ao deste trabalho foram verificadas por Bellé et al. (2004) para crisântemo a partir de 10 dias de conservação em pós-colheita em diferentes soluções. Sanches et al. (2017) verificaram evidências de senescência de copo-de-leite a partir de oito dias de conservação em soluções para abertura floral.

Em relação à eficiência das soluções conservantes observou-se que a perda de massa das hastes florais de cártamo conservadas em solução de água destilada + sacarose 2% foi a que obteve maior aceleração da deterioração em comparação as demais atingindo perda em média de 46% aos seis dias de conservação para todas as épocas (Figura 8.2). Wills et al. (1998) e Reid e Jiang (2012) apontam que as flores têm altas taxas de respiração através da glicólise e do ciclo de Krebs, com base na translocação de açúcar das folhas, requerendo sacarose ou uma fonte de carboidratos para continuar suas funções vitais, especialmente, a respiração e estendendo a longevidade de pós-colheita das hastes florais, todavia, cada espécie requer uma quantidade específica para a sua conservação. Ciotta e Nunes (2012) não verificaram efeito positivo na durabilidade das hastes fotínia (*Photinia x fraseri*) para as concentrações de 0, 5, 10, 15 e 20% de sacarose.

Figura 8.3 - Qualidade comercial final das hastes florais de *Carthamus tinctorius* L. conservadas em pós-colheita em diferentes soluções.

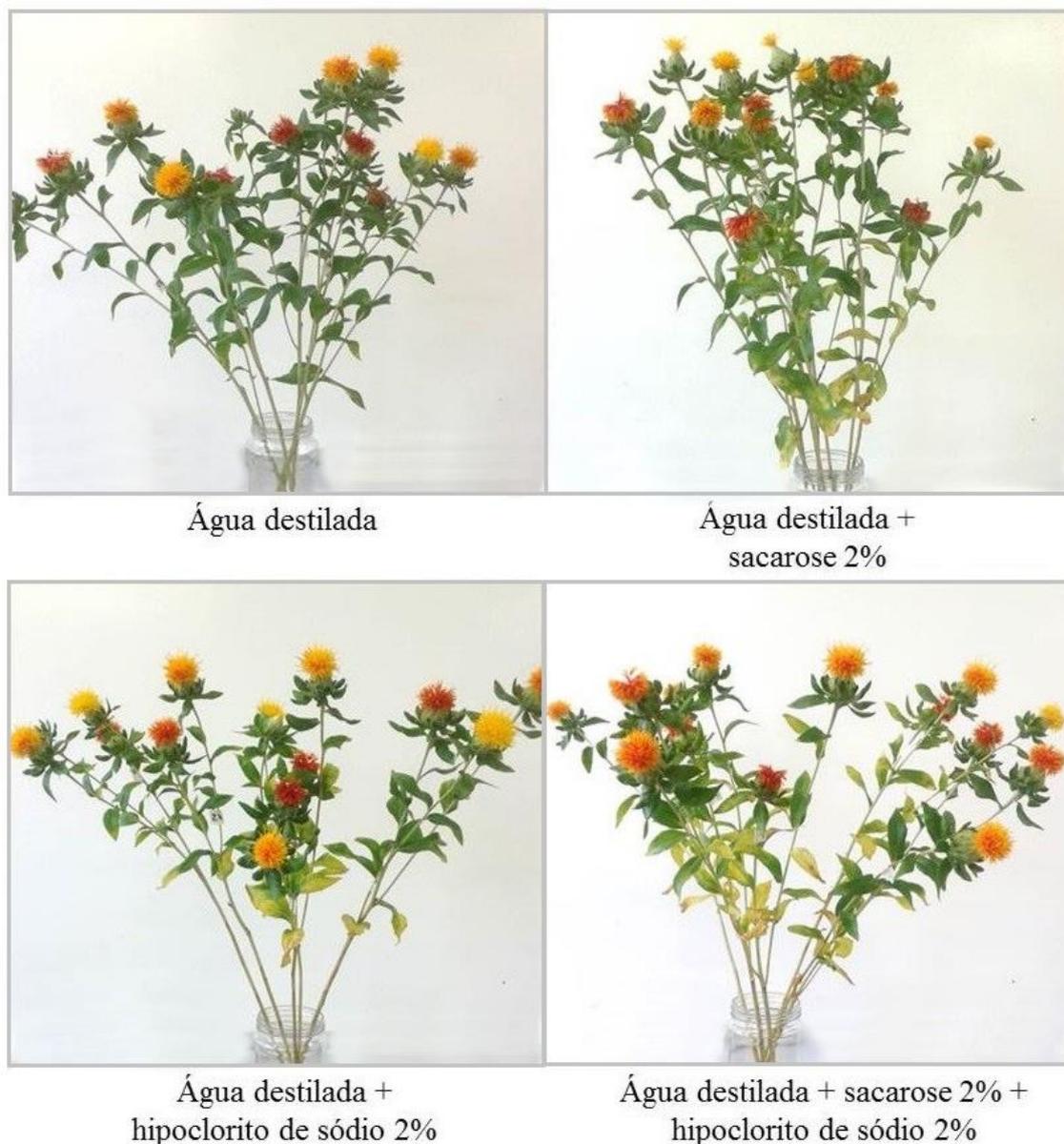


Foto: MENEGAES, J. F. (2016).

Observou-se visualmente que as soluções contendo hipoclorito de sódio apresentaram amarelecimento das folhas e embraquecimento das hastes antecipado em relação as soluções contendo apenas água destilada e sacarose. Wills et al. (1998) indicam o uso de hipoclorito de sódio por ser um germicidas de baixo custo, que inibi com eficiência as infecções bacterianas nos vasos condutores que impedem a absorção de água. Todavia, Almeida et al. (2009) não verificaram benefício na conservação das hastes de rosas com uso de hipoclorito de sódio a 0,2% em solução de manutenção.

No geral, verificou-se que o uso individual ou em conjunto de sacarose a 2% e hipoclorito de sódio a 2%, tiveram a mesma tendência na conservação das hastes florais de cártamo conservadas apenas em água destilada (Figura 8.2a). Wills et al. (1998) e Reid e Jiang (2012) apontam que os ingredientes utilizados nas soluções de conservação podem ser benéficos para algumas espécies e para outras não. Por exemplo, Schimitt et al. (2014) verificaram que o uso de conservantes comerciais florais não beneficiaram a longevidade de hastes florais de gérbera de corte em pós-colheita.

Aos 21 dias em pós-colheita para todas as épocas, verificou-se que a média de perda de massa foi de 39,3; 53,6; 37,1 e 41,5% para as soluções conservantes de SCI (água destilada), SC2 (água destilada + sacarose 2%), SC3 (água destilada + hipoclorito de sódio 2%) e SC4 (água destilada + sacarose 2% + hipoclorito de sódio 2%), respectivamente. Almeida et al. (2011) e Sanches et al. (2017) relatam que a perda de massa fresca é um processo metabólico natural da haste floral em virtude ao processo de senescência e, que a progressão da desidratação destas hastes ocorre, também, conforme a conservação de suas reservas nutricionais.

A Figura 8.3 demonstra a qualidade comercial final das hastes florais de cártamo nas diferentes soluções conservantes quando estas apresentaram nota 3 (Quadro 8.1). A partir desta nota de qualidade não é recomendável à comercialização das hastes florais de cártamo em virtude do início do processo de senescência das mesmas, dado pelo amarelecimento e murchamento das folhas.

Em relação, a produção das hastes florais de cártamo, observou-se a possibilidade de cultivo anual com características ornamentais e estéticas exigidas pelo mercado florícola. O período do ciclo de cultivo entre as épocas de semeadura e de colheita são variáveis, em média de 100 dias após a semeadura (DAS) no inverno, 69 DAS na primavera, 64 DAS no verão e 114 DAS no outono. Isto ocorre devido à espécie de cártamo ser responsiva a soma térmica, sobretudo, em regiões onde se tem as estações do ano bem definidas.

#### 8.4 CONCLUSÃO

O uso de técnicas de conservação na pós-colheita auxiliou positivamente a manutenção das hastes florais de cártamo (*Carthamus tinctorius* L.), com vida de vaso média de nove dias. E, que a manutenção da qualidade das hastes florais é contemplada apenas com o uso de água destilada, sem a necessidade de conservantes.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, E. F. A. et al. Calla lily inflorescences postharvest: pulsing with different sucrose concentrations and storage conditions. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 4, p. 657-663, 2011.
- ALMEIDA, E. F. A. et al. Senescência de inflorescências de copo de leite: Influência de diferentes armazenamentos e procedimentos pós-colheita. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v.15, n.1, p.71-76, 2009.
- ANTES, R.B. et al. Bloqueio vascular de hastes de gérberras cv. 'Patrizia'. **Revista Biotemas**, v.22, p.1-7, 2009.
- BELLÉ, R. A. et al. Abertura floral de *Dendranthema grandiflora* Tzvelev. 'Bronze Repin' após armazenamento a frio seguido de "pulsing". **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 1, p. 63-70, 2004.
- BELLÉ, R. A. et al. Safflower grown in different sowing dates and plant densities. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.42, n.12, p.2145-2152, 2012.
- CASTRO, M. L. R. et al.. Estádio de abertura floral e qualidade pós-colheita em armazenamento de copo-de-leite. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas-SP, v. 20, n. 2, p. 131-136. 2014.
- CIOTTA, M. N.; NUNES, E. C. Rendimento, qualidade e longevidade de hastes de *Photinia fraseri*. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v.18, n.2, 2012, p. 141-146, 2012.
- COOPERATIVA VEILING HOLAMBRA. Padrão de qualidade. **Cartamus de corte**. 2016. 4p.
- CORDEIRO, C. D. et al. Sensibilidade da rosa 'Osiana' ao etileno. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n.3, p677-681, 2011.
- CORONADO, L. M. **El cultivo del cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) en México**. Ciudad Obregon: SGI. 2010, 96p.
- CURTI, G. L. et al.. Girassol ornamental: caracterização, pós-colheita e escala de senescência. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 35, n. 23, p. 240-250, 2012.
- EMONGOR, V.; OAGILE, O. **Safflower production**. Botswana: The Regional Universities Forum for Capacity Building in Agriculture - RUFORUM. 2017. 67p.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: A guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v.38, n. 2, p.109-112, 2014.
- HALEVY, A.H.; MAYAK, S. Senescence and postharvest physiology of cut flowers. Part 2. **Journal of Horticultural Reviews**, New York, v.3,p.59-143,1981.

JUNQUEIRA, A. H.; PEETZ, M. S. Brazilian consumption of flowers and ornamental plants: habits, practices and trends. **Ornamental Horticulture**, Campinas, v. 23, n.2, p. 115-120, 2017. DOI: 10.14295/oh.v23i2.1070

KINUPP, V. F.; LORENZI, H. **Plantas alimentícias não convencionais (PANC) no Brasil – guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2014. 768p.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria de Agricultura, Diretoria de terras e colonização, 1961. 43p.

MOTA, F. S., BEIRSDORF, M. C. I.; GARCEZ, J. R. B. **Zoneamento Agroclimático do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Pelotas: IPEAS, 1971. 80p.

PAIVA, P. D. O.; ALMEIDA, E. F. A. **Produção de flores de corte**. Lavras: UFLA, 2014, v. 2. 819p.

REID, M. S.; JIANG, C. Z. Postharvest biology and technology of cut flowers and potted plants. In: JANICK, J. **Horticultural Reviews - volume 40**. New Jersey: Wiley-Blackwell. 2012. 1-54p.

ROCHA, E. K. **Fenologia e qualidade de *Carthamus tinctorius* L. em diferentes populações e épocas de cultivo. 2005, 74f**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.

SANCHES, A. G.; SILVA, M. B.; MOREIRA, E. G. S.; COSTA, J. M.; COSME, S. S. Relação entre o estágio de abertura floral e *pulsing* a vida útil de copo de leite. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia, v.4, n.3, p.9-14, 2017.

SANTOS, R. F.; SILVA, M. A. *Carthamus tinctorius* L.: Uma alternativa de cultivo para o Brasil. **Acta Iguazu**, Cascavel, v.4, n.1, p. 26-35, 2015.

SCHMITT, F. et al. Conservantes florais comerciais nas soluções de manutenção de hastes florais de gerbera de corte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.44, n.12, p.2124-2128, 2014.

SONEGO, G.; BACKMANN, A. Conservação de pós-colheita de flores. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 25, n. 3, p.473-479, 1995.

SPRICIGO, P.C.; FERREIRA, M. D E CALBO, A. G. Turgescência de crisântemos após a colheita utilizando o equipamento Wiltmeter®. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.42, n.2, p.255-260, 2012.

UHER, J. Safflower in European floriculture: a review. In: 7<sup>th</sup> INTERNATIONAL SAFFLOWER CONFERENCE, 2008, Wagga Wagga, Australia. **Anais...** Wagga Wagga, Australia. p. 1-8, 2008.

VAN DOOR, W. G. Role of carbohydrates in flower senescence: a survey. **Acta Horticulturae**, Amsterdam, v. 543, n.1, p. 179-183, 2001.

WILLS, R. et al. **Postharvest: an introduction to the physiology and handling of fruit, vegetables and ornamentals**. Sydney: UNSW Press, 1998. 262p.

ANEXO 8.A - Padrões de comercialização e critérios de classificação para o cártamo em flor de corte determinados pela Cooperativa Veiling Holambra (2016).

**Veiling Holambra**

### CARTAMUS DE CORTE

Classificar e separar os produtos em lotes homogêneos quanto ao padrão e qualidade, caracterizados separadamente. O critério de classificação é o instrumento que unifica a comunicação entre toda a cadeia de produção. Produtores, atacadistas, varejistas, consumidores precisam seguir os mesmos critérios para determinar a qualidade do produto. Assim, haverá mais transparência na comercialização, valorização do melhor produto, maior qualidade e maior consumo.

**PADRÃO:** São as características mensuráveis do produto. O Padrão é determinado pela uniformidade do lote. O lote de Cartamus classificado deverá apresentar **95% de uniformidade** quanto ao comprimento e ponto de abertura.

**Comprimento da haste**  
É determinado pelo tamanho da haste desde a sua base até a ponta da haste floral principal, obedecendo à tabela abaixo.

Padrão	Comprimento da Haste
60	60 cm
70	70 cm
80	80 cm
90	90 cm

**Ponto de abertura**  
Refere-se ao ponto de colheita no qual o produto é comercializado no mercado. O ponto de comercialização será quando o botão principal da haste estiver iniciando abertura.

Consideramos **excesso de maturação**, a haste floral que apresenta um avançado estágio de maturação ou envelhecimento e apresentando flor aberta como aspecto de "flor passada". O produto sendo considerado com excesso de maturação para comercialização será devolvido ao produtor.

**Obs:** Produtos que estiverem com excesso de maturação serão desclassificados para A2 ou B dependendo do seu estágio.



Departamento Qualidade **1**

**Veiling Holambra**

### PADRÃO DE COMERCIALIZAÇÃO

**Quantidade de flores por haste**  
Cada haste deverá apresentar no mínimo **03 flores** desde que não estejam totalmente abertas e totalmente fechadas (ver foto ideal).

**Quantidade de hastes por maço**  
Devido à diferença da espessura da haste nos períodos de inverno e verão ficou definido que:

- Verão (haste mais fina) = O maço de Cartamus é composto de **9 a 10 hastes/maço**.
- Inverno (haste mais grossa) = O maço de Cartamus é composto de **8 a 8 hastes/maço**.

Em Geral:

Comprimento da Haste	Quantidade de Hastes/Maço
60 cm	10 hastes
70 cm	08 hastes
80 cm	06 hastes
90 cm	05 hastes



**Quantidade de maços por coxo**  
Devido à diferença da espessura da haste nos períodos de inverno e verão ficou definido que:

- Verão (haste mais fina) = **06 maços por coxo**.
- Inverno (haste mais grossa) = **05 maços por coxo**.

**QUALIDADE:** É a ausência de defeitos. A categoria caracteriza a qualidade do lote, estabelecendo tolerâncias diferentes para os defeitos graves e leves. O produtor deverá eliminar os defeitos graves antes do embalamento, entretanto alterações que podem ocorrer no produto durante o processo de comercialização exigem o estabelecimento de tolerâncias aos defeitos graves que poderá se desenvolver durante o transporte ou depósito que o produto já estiver nas mãos de clientes.

Departamento Qualidade **2**

**Veiling Holambra**

### Defeitos (Maços no Coxo)

Defeitos Graves	A1	A2
Danos de doenças (botrytis, antracnose)	0	0
Danos de pragas (mosca minadora, trips)	0	A16 2
Danos mecânicos	0	A16 2
Defeitos Leves	A1	A2
Queima por fototoxicidade	0	A16 2
Deficiência nutricional	A16 1	A16 2
Resíduo químico (baixa intensidade)	A16 1	A16 3
Umezeza da haste mal feita	0	A16 2

*Tab.: Tabela para determinação da categoria de qualidade de acordo com a tolerância aos defeitos.*

**Defeitos Graves**  
São aqueles que depreciam a aparência e desvalorizam a qualidade do produto, podendo aumentar de intensidade com o tempo, restringindo ou inviabilizando sua comercialização.

**Danos de doenças** Danos de diferentes características causadas pela infecção de agentes patogênicos:



**Danos de pragas.** Danos de diferentes características causadas pela infestação de insetos, ácaros e outros;

**Danos mecânicos.** Danos causados pelo rompimento ou deformação superficial do tecido da flor/ folha provocada por ação mecânica.

**Defeitos Leves**  
São aqueles que depreciam a qualidade, mas não evoluem com o tempo causando mudança na aparência até o destino final.

Departamento Qualidade **3**

**Veiling Holambra**

**Queima por fototoxicidade.** Mancha de diferentes características decorrentes da toxicidade, geralmente apresenta aspecto de queima nas bordas. Consideramos folha ou flor queimada, se a haste apresentar 30% de suas folhas com aspecto de queima;



**Deficiência nutricional.** Destruição da planta visualizada por amarelimento das folhas ou clorose variegada;

**Resíduo químico.** Manchas difusas leves que recobrem as folhas e botões dando um aspecto esbranquiçado à planta;

**Umezeza da base mal feita.** Haste floral que apresenta folíolos desde a base, propiciando contato com a água do coxo, podendo contaminá-la.

**INFORMAÇÕES ADICIONAIS:**  
Deixar um espaço de no mínimo de 10 cm entre a planta e a divisória do carrinho para evitar danos mecânicos;  
Plantas desidratadas / murchas não serão comercializadas;  
As plantas devem estar livres de sujeira, como "barro" que descaracterizam a sua beleza.

**COOPERATIVA VEILING HOLAMBRA**

Departamento Qualidade **4**

APÊNDICE 8.A - Análise de variância das variáveis dos parâmetros referentes à pós-colheita de hastes florais de *Carthamus tinctorius* L. (quatro soluções conservantes (SC) e oito épocas de colheita (EP)), com quatro repetições.

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Quadro médio (QM)					
		MFI	MF24	DIN	DHF	VIDA	ASC
EP	7	135.693823	122.708154	19.974850	1.734779	46.227679	0.265353
SC	3	549.969545	561.848412	16.655288	0.601432	4.601852	0.044884
EP x SC	21	36.460824 <sup>ns</sup>	35.320062 <sup>ns</sup>	13.817627 <sup>ns</sup>	0.155057 <sup>ns</sup>	6.475033*	0.042963*
Erro	112	63.904525	58.282290	10.918592	0.117775	3.271205	0.036077
		NQ3	NQ6	NQ9	NQ12	NQ15	NQ18
EP	7	0.102059 <sup>ns</sup>	0.413130 <sup>ns</sup>	4.481027 <sup>ns</sup>	4.481027 <sup>ns</sup>	4.852059 <sup>ns</sup>	1.066964 <sup>ns</sup>
SC	3	0.574074*	1.197870*	1.798611*	1.798611*	2.437500*	1.747685*
EP x SC	21	0.190683 <sup>ns</sup>	0.277283 <sup>ns</sup>	0.250868 <sup>ns</sup>	0.250868 <sup>ns</sup>	0.213170 <sup>ns</sup>	0.341104 <sup>ns</sup>
Erro	112	0.024833	0.096350	0.195592	0.195592	0.137556	0.134487
		NQ21 <sup>A</sup>	PD3 <sup>B</sup>	PD6 <sup>B</sup>	PD9 <sup>B</sup>	PD1 <sup>B</sup>	PD15 <sup>B</sup>
EP	7	0	0.000340 <sup>ns</sup>	0.000229 <sup>ns</sup>	0.000159 <sup>ns</sup>	0.000120 <sup>ns</sup>	0.000136 <sup>ns</sup>
SC	3	0	0.000428*	0.005756*	0.003791*	0.001475*	0.001298*
EP x SC	21	0	0.000159 <sup>ns</sup>	0.000101 <sup>ns</sup>	0.000067 <sup>ns</sup>	0.000006 <sup>ns</sup>	0.000021
Erro	112	0	0.000132	0.000127	0.000104	0.000045	0.000061 <sup>ns</sup>
		PD18 <sup>B</sup>	PD21 <sup>B</sup>	ASC3	ASC6	ASC9	ASC12
EP	7	0.000155 <sup>ns</sup>	0.000142 <sup>ns</sup>	0.261391 <sup>ns</sup>	0.237335 <sup>ns</sup>	0.300157 <sup>ns</sup>	0.294291 <sup>ns</sup>
SC	3	0.001180*	0.001091*	0.256553*	0.217605*	0.389008*	0.050271*
EP x SC	21	0.000028 <sup>ns</sup>	0.000020 <sup>ns</sup>	0.097598 <sup>ns</sup>	0.083111 <sup>ns</sup>	0.093068 <sup>ns</sup>	0.042901 <sup>ns</sup>
Erro	112	0.000080	0.000053	0.063115	0.038139	0.061805	0.0282321
		ASC15	ASC18	ASC21			
EP	7	0.317352 <sup>ns</sup>	0.290172 <sup>ns</sup>	0.340288 <sup>ns</sup>			
SC	3	0.086702*	0.027588*	0.076773*			
EP x SC	21	0.045171 <sup>ns</sup>	0.044193 <sup>ns</sup>	0.018515 <sup>ns</sup>			
Erro	112	0.069446	0.073201	0.016442			

\*efeito significativo e <sup>ns</sup> efeito não significativo da interação dos fatores (p<0,05).

<sup>A</sup>NQ21 (nota de qualidade das hastes florais após 21 dias em pós-colheita) nesta avaliação todas as hastes apresentavam nota de qualidade cinco, por isso não teve variação na análise estatística.

<sup>B</sup> Dados em porcentagem transformados por arco-seno  $\sqrt{x/100}$ .

**Variáveis:** massa fresca inicial (MFI), massa fresca após 24 h da colheita da haste floral (MF24), diâmetros médios das inflorescências (DIN) e da haste floral (DHF), vida de vaso comercial (VIDA), absorção acumulada das soluções conservantes (ASC), desidratação das hastes florais após 3 dias em pós-colheita (PD3), desidratação das hastes florais após 6 dias em pós-colheita (PD6), desidratação das hastes florais após 9 dias em pós-colheita (PD9), desidratação das hastes florais após 12 dias em pós-colheita (PD12), desidratação das hastes florais após 15 dias em pós-colheita (PD15), desidratação das hastes florais após 18 dias em pós-colheita (PD18), desidratação das hastes florais após 21 dias em pós-colheita (PD21), nota de qualidade das hastes florais após 3 dias em pós-colheita (NQ3), nota de qualidade das hastes florais após 6 dias em pós-colheita (NQ6), nota de qualidade das hastes florais após 9 dias em pós-colheita (NQ9), nota de qualidade das hastes florais após 12 dias em pós-colheita (NQ12), nota de qualidade das hastes florais após 15 dias em pós-colheita (NQ15), nota de qualidade das hastes florais após 18 dias em pós-colheita (NQ18), nota de qualidade das hastes florais após 21 dias em pós-colheita (NQ21), absorção de solução conservante 3 dias em pós-colheita (ASC3), absorção de solução conservante 6 dias em pós-colheita (ASC6), absorção de solução conservante 9 dias em pós-colheita (ASC9), absorção de solução conservante 12 dias em pós-colheita (ASC12), absorção de solução conservante 15 dias em pós-colheita (ASC15), absorção de solução conservante 18 dias em pós-colheita (ASC18) e absorção de solução conservante 21 dias em pós-colheita (ASC21).

APÊNDICE 8.B - Análise de variância das variáveis das médias progressivas das notas de qualidade, das absorções das soluções conservantes e das desidratações das hastes florais de *Carthamus tinctorius* L. em pós-colheita, avaliadas aos 3, 6, 9, 12, 15, 18 e 21 dias do início do processo de pós-colheita (DPC).

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Quadro médio (QM)				
		NQ3	NQ6	NQ9	NQ12	NQ15
Soluções	3	0.083250 <sup>ns</sup>	0.129656*	0.201140*	0.201140 <sup>ns</sup>	0.285073 <sup>ns</sup>
Erro	12	0.003263	0.013998	0.015556	0.015556	0.040298
CV (%)		4,93	7,57	4,67	3,94	4,96
		NQ18	PD3 <sup>A</sup>	PD6 <sup>A</sup>	PD9 <sup>A</sup>	PD1 <sup>A</sup>
Soluções	3	0.207542 <sup>ns</sup>	9.108017 <sup>ns</sup>	622.369017 <sup>ns</sup>	564.218017 <sup>ns</sup>	235.719917 <sup>ns</sup>
Erro	12	0.039379	9.567954	35.009521	32.680404	22.493296
CV (%)		4,58	48,77	24,47	20,71	12,53
		PD15 <sup>A</sup>	PD18 <sup>A</sup>	PD21 <sup>A</sup>	ASC3	ASC6
Soluções	3	224.620242 <sup>ns</sup>	213.28864 <sup>ns</sup>	194.846773 <sup>ns</sup>	0.017542 <sup>ns</sup>	0.015940 <sup>ns</sup>
Erro	12	23.017971	23.370069	20.942394	0.007513	0.008190
CV (%)		12,34	12,10	10,73	15,17	21,51
		ASC9	ASC12	ASC15	ASC18	ASC21
Soluções	3	0.026890 <sup>ns</sup>	0.002617 <sup>ns</sup>	0.002492 <sup>ns</sup>	0.002206 <sup>ns</sup>	0.01024 <sup>ns</sup> 2
Erro	12	0.007615	0.004304	0.003508	0.003269	0.003254
CV (%)		18,11	16,71	16,74	16,72	18,78

Observação 1: para a realização desta análise foi considerado apenas as soluções conservantes e épocas de colheita foram consideradas como unidades experimentais, totalizando assim, quatro repetições com 40 hastes florais.

Observação 2: NQ1 e NQ21 (nota de qualidade das hastes florais após 1 e 21 dias em pós-colheita) nesta avaliação todas as hastes apresentavam nota de qualidade um e cinco, respectivamente, por isso não teve variação na análise estatística.

\*efeito significativo e <sup>ns</sup> efeito não significativo das médias das soluções conservantes em função dos dias de avaliação após a colheita (p<0,05).

<sup>A</sup> Dados em porcentagem transformados por arco-seno  $\sqrt{x/100}$ .

**Variáveis:** desidratação das hastes florais após 3 dias em pós-colheita (PD3), desidratação das hastes florais após 6 dias em pós-colheita (PD6), desidratação das hastes florais após 9 dias em pós-colheita (PD9), desidratação das hastes florais após 12 dias em pós-colheita (PD12), desidratação das hastes florais após 15 dias em pós-colheita (PD15), desidratação das hastes florais após 18 dias em pós-colheita (PD18), desidratação das hastes florais após 21 dias em pós-colheita (PD21), nota de qualidade das hastes florais após 1 dia em pós-colheita (NQ1), nota de qualidade das hastes florais após 3 dias em pós-colheita (NQ3), nota de qualidade das hastes florais após 6 dias em pós-colheita (NQ6), nota de qualidade das hastes florais após 9 dias em pós-colheita (NQ9), nota de qualidade das hastes florais após 12 dias em pós-colheita (NQ12), nota de qualidade das hastes florais após 15 dias em pós-colheita (NQ15), nota de qualidade das hastes florais após 18 dias em pós-colheita (NQ18), nota de qualidade das hastes florais após 21 dias em pós-colheita (NQ21), absorção de solução conservante 3 dias em pós-colheita (ASC3), absorção de solução conservante 6 dias em pós-colheita (ASC6), absorção de solução conservante 9 dias em pós-colheita (ASC9), absorção de solução conservante 12 dias em pós-colheita (ASC12), absorção de solução conservante 15 dias em pós-colheita (ASC15), absorção de solução conservante 18 dias em pós-colheita (ASC18) e absorção de solução conservante 21 dias em pós-colheita (ASC21).

## 9 CONSIDERAÇÕES GERAIS

O presente trabalho objetivou avaliar a qualidade fisiológica e sanitária de sementes de *Carthamus tinctorius* L. (cártamo) submetidas à termoterapia e ao armazenamento e, a produção de hastes florais e sua conservação em pós-colheita. Sendo organizado em forma de seis capítulos.

Os capítulos I (Termoterapia via calor úmido para o tratamento de sementes de *Carthamus tinctorius* L. (Asteraceae)) e II (Termoterapia via calor seco para o tratamento de sementes de *Carthamus tinctorius* L. (Asteraceae)), tiveram como objetivos avaliar os métodos de termoterapia via calor úmido e seco, respectivamente, para o tratamento de sementes de cártamo e, seu efeito sobre a qualidade fisiológica das sementes e sanitária dos diásporos. Observou-se que ambos os métodos termoterápicos foram eficientes no controle de fitopatógenos incidentes sobre os diásporos (fruto e sementes), sem prejuízo a qualidade fisiológica das sementes até 45° C. A esta temperatura houve melhor expressão do potencial de germinabilidade das sementes, com destaque para os tratamentos de 45° C 15min<sup>-1</sup> para o método de termoterapia via calor úmido e 45° C 24 h<sup>-1</sup> para o método de termoterapia via calor seco. Sendo estes dois tratamentos recomendados para o tratamento de sementes para a cultura do cártamo.

O capítulo III, intitulado Tratamentos de sementes para a cultura do *Carthamus tinctorius* L. (Asteraceae), teve como objetivo avaliar a qualidade fisiológica das sementes e sanitária dos diásporos de cártamo submetidos a diferentes tratamentos. Observou-se que houve incremento na germinação e na emergência das plântulas no campo das sementes de cártamo submetidas aos diferentes tratamentos, ao mesmo tempo, que estes foram eficientes no controle da infestação dos patógenos sobre as sementes. Com destaque ao fungicida químico com ingrediente ativo Carbendazim+Tiram, foi o que promoveu melhor expressão de germinabilidade das sementes e controle da infestação dos patógenos sobre os diásporos.

O capítulo IV, intitulado Qualidade das sementes de *Carthamus tinctorius* L. (Asteraceae) tratadas por termoterapia durante o armazenamento em diferentes embalagens, objetivou avaliar a qualidade fisiológica das sementes e sanitária dos diásporos de cártamo tratadas por termoterapia durante o armazenamento em diferentes embalagens. Observou-se que a partir de quatro meses de armazenamento houve declínio na qualidade fisiológica das sementes de cártamo, sobretudo, na germinação e na emergência no campo. Na qualidade sanitária dos diásporos de cártamo verificou-se alta incidência de fitopatógenos do gênero *Aspergillus* spp., sendo este indicador da deterioração da qualidade fisiológica.

O capítulo V, intitulado Cultivo de hastes florais de *Carthamus tinctorius* L. (Asteraceae) a partir de sementes tratadas por termoterapia, teve como objetivo avaliar o cultivo de hastes florais de cártamo a partir de sementes tratadas por termoterapia e semeadas em diferentes épocas. Observou-se que os tratamentos de sementes por termoterapia foram benéficos para o estabelecimento inicial das plântulas no campo. O desenvolvimento e a duração do ciclo de cultivo das hastes florais foram diferentes para todas as épocas de semeadura, com manutenção das características ornamentais e a qualidade hastes florais.

O capítulo VI, intitulado Pós-colheita de hastes florais de *Carthamus tinctorius* L. (Asteraceae) colhidas em diferentes épocas e soluções conservantes, objetivou avaliar a qualidade e a durabilidade em pós-colheita das hastes florais frescas de cártamo colhidas em diferentes épocas e submetidas a diferentes soluções conservantes. Observou-se que as hastes florais de cártamo apresentaram vida de vaso em média de nove dias, com absorção de solução na média de  $0,021 \text{ mL dia}^{-1} \text{ g}^{-1}$  de massa fresca e que o uso dos conservantes não foi benéfico à conservação em pós-colheita.

Por fim, em geral, conclui-se que os tratamentos termoterápicos via calor úmido e seco tornam-se uma alternativa viável e com baixo impacto no ambiente para o tratamento de sementes de cártamo, ao mesmo tempo, em que propicia a redução da incidência de fitopatógenos sobre seus diásporos, e ainda, favorece o incremento do potencial germinativo formando um bom estande inicial de plantas. Assim como, a viabilidade do cultivo anual das hastes florais de cártamo com qualidade estética e sanitária essenciais para o comércio de flores e plantas ornamentais, tendo sua durabilidade de média de nove dias conforme a forma de conservação.

A cultura de cártamo, como já citado, apresenta ampla aptidão de uso e interesse agroeconômico, e com este trabalho verificou-se possibilidade de seu cultivo anual para esta região, com a manutenção das características ornamentais de suas hastes florais. Neste contexto, sugerem-se a continuação da pesquisa científica com esta cultura. Em especial, nas áreas de produção e beneficiamento de sementes, e da floricultura com o cultivo e conservação em pós-colheita das hastes florais.