



**JANINE FARIAS MENEGAES**  
**UBIRAJARA RUSSI NUNES**  
ORGANIZADORES

# Sementes

**FOCO EM PESQUISA SOBRE  
QUALIDADE FISIOLÓGICA E SANITÁRIA**



Pantanal Editora

2021



**Janine Farias Menegaes**  
**Ubirajara Russi Nunes**  
Organizadores

# **SEMENTES**

**FOCO EM PESQUISA SOBRE QUALIDADE FISIOLÓGICA E  
SANITÁRIA**



Pantanal Editora

2021

Copyright<sup>©</sup> Pantanal Editora  
Copyright do Texto<sup>©</sup> 2021 Os Autores  
Copyright da Edição<sup>©</sup> 2021 Pantanal Editora  
Editor Chefe: Prof. Dr. Alan Mario Zuffo  
Editores Executivos: Prof. Dr. Jorge González Aguilera  
Prof. Dr. Bruno Rodrigues de Oliveira

Diagramação: A editora

Edição de Arte: A editora. Imagens de capa e contra-capa: Canva.com

Revisão: O(s) autor(es), organizador(es) e a editora

#### Conselho Editorial

- Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – OAB/PB
- Profa. Msc. Adriana Flávia Neu – Mun. Faxinal Soturno e Tupanciretã
- Profa. Dra. Albys Ferrer Dubois – UO (Cuba)
- Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – IF SUDESTE MG
- Profa. Msc. Aris Verdecia Peña – Facultad de Medicina (Cuba)
- Profa. Arisleidis Chapman Verdecia – ISCM (Cuba)
- Prof. Dr. Bruno Gomes de Araújo - UEA
- Prof. Dr. Caio Cesar Enside de Abreu – UNEMAT
- Prof. Dr. Carlos Nick – UFV
- Prof. Dr. Claudio Silveira Maia – AJES
- Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – UFGD
- Prof. Dr. Cristiano Pereira da Silva – UEMS
- Profa. Ma. Dayse Rodrigues dos Santos – IFPA
- Prof. Msc. David Chacon Alvarez – UNICENTRO
- Prof. Dr. Denis Silva Nogueira – IFMT
- Profa. Dra. Denise Silva Nogueira – UFMG
- Profa. Dra. Dennyura Oliveira Galvão – URCA
- Prof. Dr. Elias Rocha Gonçalves – ISEPAM-FAETEC
- Prof. Me. Ernane Rosa Martins – IFG
- Prof. Dr. Fábio Steiner – UEMS
- Prof. Dr. Gabriel Andres Tafur Gomez (Colômbia)
- Prof. Dr. Hebert Hernán Soto Gonzáles – UNAM (Peru)
- Prof. Dr. Hudson do Vale de Oliveira – IFRR
- Prof. Msc. Javier Revilla Armesto – UCG (México)
- Prof. Msc. João Camilo Sevilla – Mun. Rio de Janeiro
- Prof. Dr. José Luis Soto Gonzales – UNMSM (Peru)
- Prof. Dr. Julio Cezar Uzinski – UFMT
- Prof. Msc. Lucas R. Oliveira – Mun. de Chap. do Sul
- Prof. Dr. Leandris Argentel-Martínez – Tec-NM (México)
- Profa. Msc. Lidiene Jaqueline de Souza Costa Marchesan – Consultório em Santa Maria
- Prof. Msc. Marcos Pisarski Júnior – UEG
- Prof. Dr. Mario Rodrigo Esparza Mantilla – UNAM (Peru)
- Profa. Msc. Mary Jose Almeida Pereira – SEDUC/PA
- Profa. Msc. Nila Luciana Vilhena Madureira – IFPA
- Profa. Dra. Patrícia Maurer
- Profa. Msc. Queila Pahim da Silva – IFB
- Prof. Dr. Rafael Chapman Auty – UO (Cuba)
- Prof. Dr. Rafael Felipe Ratke – UFMS
- Prof. Dr. Raphael Reis da Silva – UFPI

- Prof. Dr. Ricardo Alves de Araújo – UEMA
- Prof. Dr. Wéverson Lima Fonseca – UFPI
- Prof. Msc. Wesclen Vilar Nogueira – FURG
- Profa. Dra. Yilan Fung Boix – UO (Cuba)
- Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – UFT

#### Conselho Técnico Científico

- Esp. Joacir Mário Zuffo Júnior
- Esp. Maurício Amormino Júnior
- Esp. Tayronne de Almeida Rodrigues
- Lda. Rosalina Eufrausino Lustosa Zuffo

#### Ficha Catalográfica

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)</b> <b>(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
S471	<p>Sementes [recurso eletrônico] : foco em pesquisa sobre qualidade fisiológica e sanitária / Organizadores Janine Farias Menegaes, Ubirajara Russi Nunes. – Nova Xavantina, MT: Pantanal Editora, 2021. 135p.</p> <p>Formato: PDF            Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader            Modo de acesso: World Wide Web            ISBN 978-65-88319-43-7            DOI <a href="https://doi.org/10.46420/9786588319437">https://doi.org/10.46420/9786588319437</a></p> <p>1. Sementes. 2. Fitotecnia. 3. Agricultura. I. Menegaes, Janine Farias. II. Nunes, Ubirajara Russi.</p> <p style="text-align: right;">CDD 635.3</p>
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

O conteúdo dos e-books e capítulos, seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva do(s) autor (es) e não representam necessariamente a opinião da Pantanal Editora. Os e-books e/ou capítulos foram previamente submetidos à avaliação pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação. O download e o compartilhamento das obras são permitidos desde que sejam citadas devidamente, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais, exceto se houver autorização por escrito dos autores de cada capítulo ou e-book com a anuência dos editores da Pantanal Editora.



#### **Pantanal Editora**

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000. Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil.  
 Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp).  
<https://www.editorapantanal.com.br>  
[contato@editorapantanal.com.br](mailto:contato@editorapantanal.com.br)

## **APRESENTAÇÃO**


O e-book Sementes: foco em pesquisa sobre qualidade fisiológica e sanitária de publicação da Pantanal Editora, apresenta, em seus nove capítulos, os resultados de pesquisas desenvolvidas aos longo dos últimos anos no Laboratório Didático e de Pesquisas em Sementes (LDPS) do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), em Santa Maria, RS e parceria aos Cursos de Graduação e Pós-Graduação do Centro de Ciências Rurais da UFSM, sendo coordenadas pelo professor Dr. Ubirajara Russi Nunes.

As pesquisas na Área de Sementes tem contemplado as necessidades de desenvolvimento do Setor Agrônômico Brasileiro, os presentes capítulos são resultados destas pesquisas, as quais são realizadas por mestrandos e doutorandos do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da UFSM, bem como trabalhos de conclusão de curso (TCC) de acadêmicos do Curso de Agronomia da UFSM, entre outros cursos desta e de outras instituições parceiras, com financiamento em parte pelo CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) e pela CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) ambos vinculados ao Ministério da Educação.

Deste modo, pela presente obra buscamos divulgar os resultados de nossas pesquisas e contribuir para a sua aplicabilidade no Setor Agrônômico, de forma a promover um manejo sustentável e rentável ao meio rural.

Ótima leitura e atenciosamente,

**Janine Farias Menegaes**  
**Ubirajara Russi Nunes**




“Cada escolha, por menor que seja, é uma forma de semente que lançamos sobre o canteiro que somos” (Pe. Fábio de Melo).

## SUMÁRIO

<b>Apresentação .....</b>	<b>4</b>
<b>Capítulo I.....</b>	<b>7</b>
Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de cártamo submetidas a tratamentos termoterápicos.....	7
<b>Capítulo II .....</b>	<b>23</b>
Substratos para testes de emergência de plântulas de celosia armazenadas por diferentes períodos.....	23
<b>Capítulo III.....</b>	<b>37</b>
Qualidade fisiológica de sementes de sorgo sacarino produzidas em arranjos de plantas e épocas de semeadura .....	37
<b>Capítulo IV .....</b>	<b>52</b>
Germinação de sementes e desenvolvimento inicial de plantas de sorgo sob concentrações de cobre	52
<b>Capítulo V.....</b>	<b>65</b>
Qualidade de sementes de <i>Lolium multiflorum</i> analisadas pelos laboratórios credenciados no Estado do Rio Grande do Sul.....	65
<b>Capítulo VI .....</b>	<b>78</b>
Fotoblastismo e temperatura na germinação de sementes de <i>Luffa cylindrica</i> .....	78
<b>Capítulo VII.....</b>	<b>91</b>
Qualidade fisiológica de sementes de quinoa armazenadas por diferentes períodos .....	91
<b>Capítulo VIII .....</b>	<b>103</b>
Teste de frio em diferentes substratos para avaliação do vigor em sementes de <i>Lagenaria siceraria</i> .....	103
<b>Capítulo IX.....</b>	<b>117</b>
Patologia de sementes conceitos e aplicações: uma revisão de literatura.....	117
<b>Índice Remissivo .....</b>	<b>134</b>
<b>Sobre os organizadores.....</b>	<b>135</b>

## Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de cártamo submetidas a tratamentos termoterápicos

 10.46420/9786588319437cap1

Janine Farias Menegaes<sup>1\*</sup> 

Ubirajara Russi Nunes<sup>2</sup> 


Rogério Antônio Bellé<sup>3</sup> 

Fernanda Alice Antonello Londero Backes<sup>2</sup> 

Geovana Facco Barbieri<sup>4</sup> 

Henrique Fernando Lidório<sup>5</sup> 

Nelto Almeida de Sousa<sup>6</sup> 

Priscila Barbieri Zini<sup>6</sup> 

### INTRODUÇÃO

A cultura do cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) pertence à família Asteraceae, originário da Ásia, é considerada 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 (Figura 1) (Emongor, Oagile, 2017; Menegaes et al., 2019a; 2019b).

A produção cártamo estava estagnada até a década 1970, todavia, com a alta demanda de hastes florais pela Europa e com o aumento do 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. Mundialmente, o cártamo é cultivado para produção de sementes e, conseqüentemente, extração de óleo em mais de 60 países. A produtividade de sementes, em 2014, foi de 882 kg ha<sup>-1</sup>, em área de aproximadamente um milhão de hectares (FAOSTAT, 2017; Santos e Silva, 2015).

Classificado como planta anual e oleífera, essa cultura apresenta elevada rusticidade, desenvolvendo-se bem em ambientes com precipitações acima de 400 mm e amplitude térmica entre -7 a 40 °C, sendo responsiva a soma térmica que influencia, diretamente na duração do ciclo de cultivo (Coronado, 2010; Emongor e Oagile; 2017). No Brasil, essa cultura ainda é pouco explorada comercialmente, mas pesquisas vêm demonstrando boa adaptabilidade de cultivo as condições

<sup>1</sup> Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Dr.<sup>a</sup> Docente voluntária do Departamento de Fitotecnia.

<sup>2</sup> UFSM, Dr. (a) Docente do Departamento de Fitotecnia.

<sup>3</sup> Eng. Agrônomo e Dr. colaborador.

<sup>4</sup> Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade.

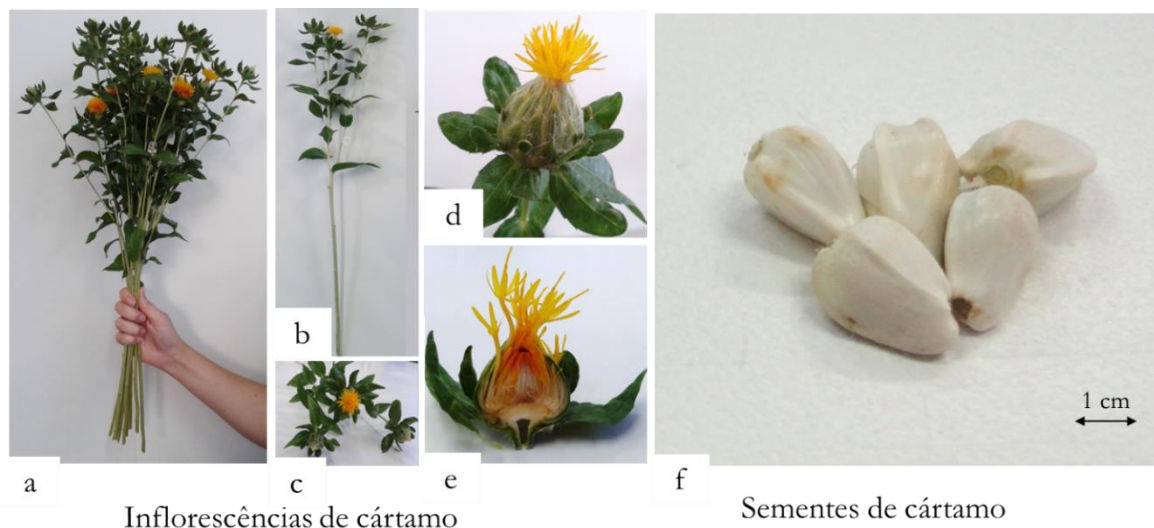
<sup>5</sup> UFSM, Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola.

<sup>6</sup> UFSM, Doutorando (a) no Programa de Pós-Graduação em Agronomia.

\*Autor(a) correspondente: janine\_rs@hotmail.com



edafoclimáticas dos Estados do Paraná (Sampaio et al., 2017) e do Rio Grande do Sul (Bellé et al., 2012; Menegas et al., 2019c) tanto para produção de sementes como flores de corte, respectivamente.



**Figura 1.** *Carthamus tinctorius* L. a: buquê das inflorescências com 60 cm, b: haste floral unitária, c: número de inflorescências por haste, d: detalhe da inflorescência, e: corte da inflorescência; f: sementes. Fonte: os autores.

Contudo, a baixa produtividade de hastes florais e de sementes desta cultura está diretamente associada à alta suscetibilidade ao ataque de patógenos, principalmente, em ambientes de alta pluviosidade. As doenças folhares são os principais causadores da depreciação da qualidade ornamental na produção de hastes florais e, a incidência de patógenos associados as sementes é bastante expressiva, chegando a reduzir o rendimento de óleo para biodiesel, em média de 75% (Ogut e Oguz, 2006; Galant et al., 2015).

No manejo agrônomo de uma cultura, a qualidade fitossanitária das sementes é de suma importância, em que muitas vezes é necessário a realização do tratamento de sementes, o qual contribui positivamente para a formação do estande de plantas no campo. Entre os métodos de tratamento de sementes, a termoterapia é utilizada com sucesso no controle e na eliminação de patógenos em sementes de espécies hospedeiras. Assim, os métodos que envolvem a termoterapia devem ser ajustados para cada espécie vegetal, individualmente, de maneira que não afetem negativamente sua qualidade fisiológica, por exemplo, a germinação (Lazarotto et al., 2013; Pereira et al., 2015).

A termoterapia pode ser realizada por fontes de calor úmido ou seco, com ajustes no binômio temperatura-tempo (Pereira et al., 2015; Schneider et al., 2015). O uso da termoterapia via calor úmido tem se mostrado eficiente para a expressão da qualidade fisiológica e sanitária das sementes de 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 et al., 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.) (Braga et al., 2010), entre outros.

Enquanto que, para a termoterapia via calor seco a eficiência da qualidade fisiológica e sanitária das sementes sucedem para as 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 et al., 2007), grumixama (*Eugenia brasiliensis* Lam.) e uvaia (*E. pyriformis* Cambess.) (Françoso e Barbedo, 2014), guapuruvú (*Schyzolobium parahyba* (Vell.) Blake) (Matheus e 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), entre outros.

Os dois métodos termoterápicos (calor úmido e seco) são viáveis e com baixo impacto ambiental, oferecendo-se como uma alternativa ao uso de produtos químicos, comumente, utilizados nos tratamentos de sementes. Porém, 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).

Neste contexto, em busca de uma alternativa para a agricultura de baixo impacto ambiental, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade fisiológica e sanitária das sementes de cártamo submetidas a tratamentos termoterápicos.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório Didático e de Pesquisas em Sementes e no Setor de Floricultura, 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 2018. 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% (Alvares et al., 2013).

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 8x3 (oito lotes de sementes e três tratamentos de sementes), com oito repetições, sendo cada unidade experimental composta de 50 sementes. Os lotes de sementes de cártamo da cultivar Lasting Orange foram cultivados na área experimental do Setor de Floricultura do Departamento de Fitotecnia da UFSM, em Santa Maria, nas safras 2016/2017 e 2017/2018. As sementeiras das sementes de cada lote ocorreram no início de cada estação do ano, caracterizando os lotes como:

**Lote 1:** semeado no inverno (04/07/2016) e colhido 150 dias após a semeadura (DAS);

**Lote 2:** semeado na primavera (06/10/2016) e colhido 94 DAS;

**Lote 3:** semeado no verão (22/12/2016) e colhido 92 DAS;

**Lote 4:** semeado no outono (05/04/2017) e colhido 146 DAS;

**Lote 5:** semeado no inverno (05/07/2017) e colhido 127 DAS;

**Lote 6:** semeado na primavera (06/10/2017) e colhido 98 DAS;

**Lote 7:** semeado no verão (04/01/2018) e colhido 95 DAS; e

**Lote 8:** semeado no outono (03/04/2018) e colhido 147 DAS.

Depois de colhidos os lotes de sementes foram armazenadas 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 (TES)** sem tratamento;

**Tratamento físico com termoterapia via calor úmido (TCU)** as sementes foram acondicionadas 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, as sementes foram embebidas 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; Menegaes et al., 2019a). Após o tratamento termoterápico as sementes foram postas para secar sobre papel-toalha a temperatura ambiente pelo período de 24 h;

**Tratamento físico com termoterapia via calor seco (TCS)** as sementes foram acondicionadas em sacos de papel Kraft (tipo pardo de 1,0 kg) e submetidas à temperatura 45 °C 24 h<sup>-1</sup>, em estufa de circulação forçada, para o procedimento (Menegaes et al., 2019b).

Na sequência avaliaram-se as características das sementes pelos seguintes testes:

**Teste padrão de germinação (TPG):** as sementes foram distribuídas em rolo de papel de germinação, umedecido com água destilada na proporção de 2,5 vezes a massa do papel seco. Os rolos foram mantidos em germinador tipo B.O.D. (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, e os resultados expressos em percentagem de plântulas normais. Para o índice de velocidade de germinação (IVG) (Maguire, 1962) e para o tempo médio de germinação (TMG; dias) (Furbeck et al., 1993) foram realizadas avaliações diárias germinação até aos quatro DAS. Utilizou-se como critério a germinação de plântulas normais, as que apresentaram alongamento da raiz primária e emergência dos cotilédones (Brasil, 2009a; Abud et al., 2010).

**Comprimento e massa seca de plântula:** as sementes foram mantidas na mesma condição do TPG, aos quatro DAS foram medidos o comprimento total da plântula incluindo a parte aérea e a radícula de dez plântulas normais de cada repetição, utilizando régua milimetrada. Na sequência determinou-se massa seca total por secagem do material em estufa de ventilação forçada a  $65 \pm 5$  °C por 48 h e na sequência aferida a massa em balança digital (precisão de 0,001 g) (Nakagawa, 1999).

**Emergência no campo:** as sementes foram distribuídas em linhas de 1 m, espaçadas a 0,2 m e com profundidade de 0,03 m, avaliação final aos 14 DAS, com resultados expressos em porcentagem de emergência de plântulas. Para o índice de velocidade de emergência (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.º 45/2013 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para a cultura do girassol (*Helianthus annuus* L.), por pertencer à mesma família botânica do cártamo (Asteraceae), sendo exigidos valores de 65-70% de germinação para a comercialização de sementes (Brasil, 2013).

**Teste de sanidade:** as sementes foram distribuídas 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  $06 \pm 1$  °C, na sequência as caixas foram mantidas em B.O.D., por cinco dias com fotoperíodo de 12 h de luz e 12 h de escuro à temperatura de  $20 \pm 2$ ° 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 sementes infestadas totais (SIT).

**Frequência relativa de germinação (Fr):** foi determinada pela metodologia de Labouriau e Valadares (1976), expressa na Equação 1:

$$Fr = \frac{n_i}{\sum_{i=1}^k n_i} \quad (1)$$

em que Fr é a frequência relativa de germinação;  $n_i$  o número de sementes germinadas por dia;  $\sum n_i$  é o número total de sementes germinadas.

**Entropia (índice de sincronização de germinação):** foi determinada pela metodologia adaptada de Labouriau e Valadares (1976), expressa na Equação 2:

$$E = \sum_{i=1}^k f_i \cdot \log_2 \cdot fr \quad (2)$$

em que: E é a entropia informacional (bits); fr é a frequência relativa de germinação; e  $\log_2$  o logaritmo na base 2.

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

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, expõe a qualidade fisiológica e sanitária após a submissão aos tratamentos termoterápicos, em que se verificou que a germinação em primeira contagem (PCG), referente as médias dos oito lotes de sementes foram de 38%, 43% e 42% para os tratamentos testemunha (TES), termoterapia via calor úmido (TCU) e termoterapia via calor seco (TCS), respectivamente. Entre os lotes de sementes, apenas o lote 2 apresentou baixa germinação em PCG, com 29%.

O índice de velocidade de germinação (IVG) é um indicador de vigor das sementes, o qual expressa a sua potencialidade em velocidade para germinar, assim observou-se que os tratamentos com termoterapia via calor úmido (TCU) para todos os lotes desencadearam os processos germinativos mais rapidamente que os demais tratamentos. Apresentaram médias dos lotes de sementes com 32,82; 47,60 e 45,60 para os tratamentos TES, TCU e TCS, nesta sequência.

A qualidade fisiológica inicial dos oito lotes de sementes de cártamo utilizados, neste trabalho, apresentaram similaridade germinação aos 14 DAS (GER), com médias dos tratamentos termoterápicos de 70%, 74%, 76%, 76%, 74%, 74%, 76% e 76% e, em condições de campo apresentaram médias de emergência no campo (ECP) de 76%, 80%, 81%, 78%, 77%, 78%, 80% e 79%, para os lotes 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 7, respectivamente. Assim, caracterizando-se todos os lotes como comerciais segundo os padrões do mapa (Brasil, 2013).

**Tabela 1.** Primeira contagem (PCG; %), índice de velocidade de germinação (IVG), germinação (GER; %), massa seca de plântula (MSP; mg pl<sup>-1</sup>), entropia (bits), comprimento total de plântula (CTP; cm), emergência no campo (ECP; %), índice de velocidade de emergência (IVE) e sementes infestadas totais (SIT; %) de cártamo (*C. tinctorius*) submetidas a diferentes tratamentos termoterápicos. Fonte: os autores.

Lotes de Sementes	PCG (%)				IVG				GER (%)			
	TES	TCU	TCS	MD	TES	TCU	TCS	MD	TES	TCU	TCS	MD
1	38 *Bb	42 Ba	41Ba	40	33,11 *Bc	48,02 Ba	46,01 Bb	42,37	68 *Cb	70 Ca	72 Ea	70
2	29 Cb	40 Ba	39 Ca	36	32,35 Bc	46,92 Ca	44,95 Cb	41,41	70 Bc	74 Bb	78 Ca	74
3	39 Ba	40 Ba	41 Ba	40	32,48 Bc	47,10 Ba	45,13 Cb	41,57	72 Ac	76 Ab	80 Ba	76
4	38 Bc	45 Aa	42 Bb	42	33,62 Ac	48,76 Ba	46,71 Bb	43,03	72 Ac	76 Ab	80 Ba	76
5	39 Bb	46 Aa	45 Aa	43	30,03 Cc	43,55 Da	41,72 Db	38,44	69 Bc	74 Bb	78 Ca	74
6	40 Ab	45 Aa	42 Bb	42	32,35 Bc	46,91 Ca	44,94 Cb	41,40	70 Bb	76 Aa	76 Da	74
7	43 Ab	45 Aa	43 Ab	44	34,62 Ac	50,20 Aa	48,10 Ab	44,31	71 Ac	76 Ab	80 Ba	76
8	40 Ab	42 Bb	45 Aa	42	34,01 Ac	49,32 Aa	47,25 Ab	43,53	73 Ab	74 Bb	82 Aa	76
MD	38	43	42		32,82	47,60	45,60		71	75	78	
CV (%)	6,23				11,54				8,95			
	MSP (mg pl <sup>-1</sup> )				Entropia (bits)				CTP (cm)			
	TES	TCU	TCS	MD	TES	TCU	TCS	MD	TES	TCU	TCS	MD
1	8,9 <sup>ns</sup>	9,2	9,1	9,1 A	0,82 *Cb	1,18 Aa	1,11 Aa	1,03	4,3 <sup>ns</sup>	4,4	4,5	4,4 C
2	8,3	8,7	8,7	8,6 B	0,80 Cb	1,16 Aa	1,09 Aa	1,02	5,8	6,1	6,1	6,0 B
3	8,7	9,2	8,9	8,9 A	1,13 Aa	0,92 Cb	1,13 Aa	1,06	4,9	5,0	5,2	5,1 C
4	8,1	8,8	8,4	8,4 B	1,23 Aa	1,12 Aa	0,86 Bb	1,07	5,7	5,9	6,2	5,9 B
5	8,9	9,0	9,4	9,1 A	1,01 Ba	1,15 Aa	0,97 Bb	1,04	6,6	6,9	6,6	6,7 A
6	8,7	9,7	8,8	9,1 A	1,20 Aa	1,13 Aa	0,73 Cb	1,02	5,5	5,6	6,2	5,7 B
7	8,9	9,0	9,0	9,0 A	1,01 Bb	1,17 Aa	0,77 Cc	0,98	6,8	6,9	6,9	6,8 A
8	8,8	9,3	9,0	9,1 A	0,93 Bb	1,05 Ba	0,72 Cc	0,90	5,4	5,5	5,7	5,5 B
MD	8,7 b	9,1 a	8,9 b		1,02	1,11	0,92		5,6 a	5,8 a	5,9 a	
CV (%)	9,94				10,66				10,28			
	ECP (%)				IVE				SIT (%)			
	TES	TCU	TCS	MD	TES	TCU	TCS	MD	TES	TCU	TCS	MD
1	70 *Cc	84 Ca	75 Cb	76	16,35 <sup>ns</sup>	27,62	24,78	22,92 B	51 *Ba	32 Bc	41 Ab	41
2	76 Ab	86 Ba	79 Bb	80	18,96	32,03	28,74	26,58 A	52 Ba	30 Bc	36 Bb	39
3	70 Cc	89 Aa	84 Ab	81	14,67	24,79	22,24	20,57 C	45 Ca	22 Dc	27 Db	31
4	74 Bb	84 Ca	76 Cb	78	13,06	22,06	19,80	18,31 C	42 Da	29 Bb	32 Cb	34
5	75 Ab	79 Da	78 Ba	77	18,63	31,46	28,23	26,11 A	53 Ba	35 Ac	41 A	43
6	76 Ab	80 Da	78 Ba	78	13,04	22,07	19,76	18,27 C	56 Aa	33 Ac	40 Ab	43
7	75 Ac	86 Ba	80 Bb	80	15,64	26,37	23,66	21,88 B	40 Da	25 Cc	32 Cb	32
8	72 Cc	87 Ba	78 Bb	79	18,01	30,42	27,30	25,24 A	42 Da	26 Cc	30 Cb	33
MD	73	84	79		16,04 c	27,10 a	24,31 b		48	29	35	
CV (%)	6,86				18,43				18,11			

Tratamento testemunha (TES) sem tratamento; Tratamento físico com termoterapia via calor úmido (TCU) e Tratamento físico com termoterapia via calor seco (TCS). \* Interação significativa e ns 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 ( $p < 0,05$ ). MD: média. CV: coeficiente de variação.

As médias dos tratamentos termoterápicos de sementes de cártamo para a GER obtiveram médias de 71%, 75% e 78% e para a ECP médias de 73%, 84% e 79%, para os tratamentos TES, TCU e TCS, nesta sequência. Os resultados do presente trabalho corroboram com o trabalho de Menegaes et al. (2019b), verificaram que os tratamentos de termoterapia de sementes de cártamo utilizando duas fontes de calor auxiliaram na expressão da sua qualidade fisiológica, apresentando médias de 81% e 78% de germinação e, de 85% e 81% de emergência de plântulas no campo, para os tratamentos com calor úmido e calor seco, respectivamente. Pereira et al. (2015) e Araújo et al. (2018) apontam que a eficiência da termoterapia como tratamento de sementes ocorre uma vez que a mesma, fundamenta-se no ajuste ideal do binômio temperatura-tempo, para a preservação da qualidade fisiológica das sementes tratadas.

As similaridades da massa seca de plântula (MSP), comprimento total de plântula (CTP) e índice de velocidade de emergência (IVE) indicam que os tratamentos de sementes com diferentes fontes de calor não causaram danos às membranas permitindo a expressão da sua qualidade fisiológica em condições favoráveis de laboratório e no campo, respectivamente. Para Machado (2000), 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 (2015) exemplifica que o desenvolvimento inicial das plântulas, principalmente, é expresso pela taxa de emergência (qualidade fisiológica) que pode ser relacionado com a adaptação e a interação das sementes com as condições climáticas as quais foram expostas.

Observou-se que a sincronização da germinação pela entropia, indica que ambos as fontes de calor para os tratamentos termoterápicos não são prejudiciais a germinabilidade das sementes de cártamo, uma vez que apresentaram médias dos lotes de 1,02; 1,11 e 0,92 para os tratamentos TES, TCU e TCS, nesta sequência (Tabela 1). Menegaes et al. (2018; 2019d) verificaram sincronicidade da germinação pela entropia para duas espécies de celosia (*Celosia argentea* L. e *C. cristata* L.), atribuindo esses resultados a forma de reorganização das membranas após a embebição, independente das condições térmicas.

Verificou-se que as sementes de cártamo apresentaram alta incidência de infestação advindas do campo. Assim, observou-se a média dos lotes de sementes antes dos tratamentos termoterápicos foi de 48% (TES) de sementes infestadas totais (SIT) e após os tratamentos foram de 29% e 35% para TCU e TCS, nesta ordem. Coronado (2010) e Hussain et al. (2015) relatam que em regiões de alta pluviosidade, 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. Como, observado neste experimento onde o cultivo das sementes ocorreu no município de Santa Maria, RS, com pluviosidade considerada entre média a alta.

Entretanto, observou-se uma expressiva redução na infestação de fitopatógenos nas sementes conforme os tratamentos testados neste trabalho, sendo esta redução benéfica para a qualidade fisiológica

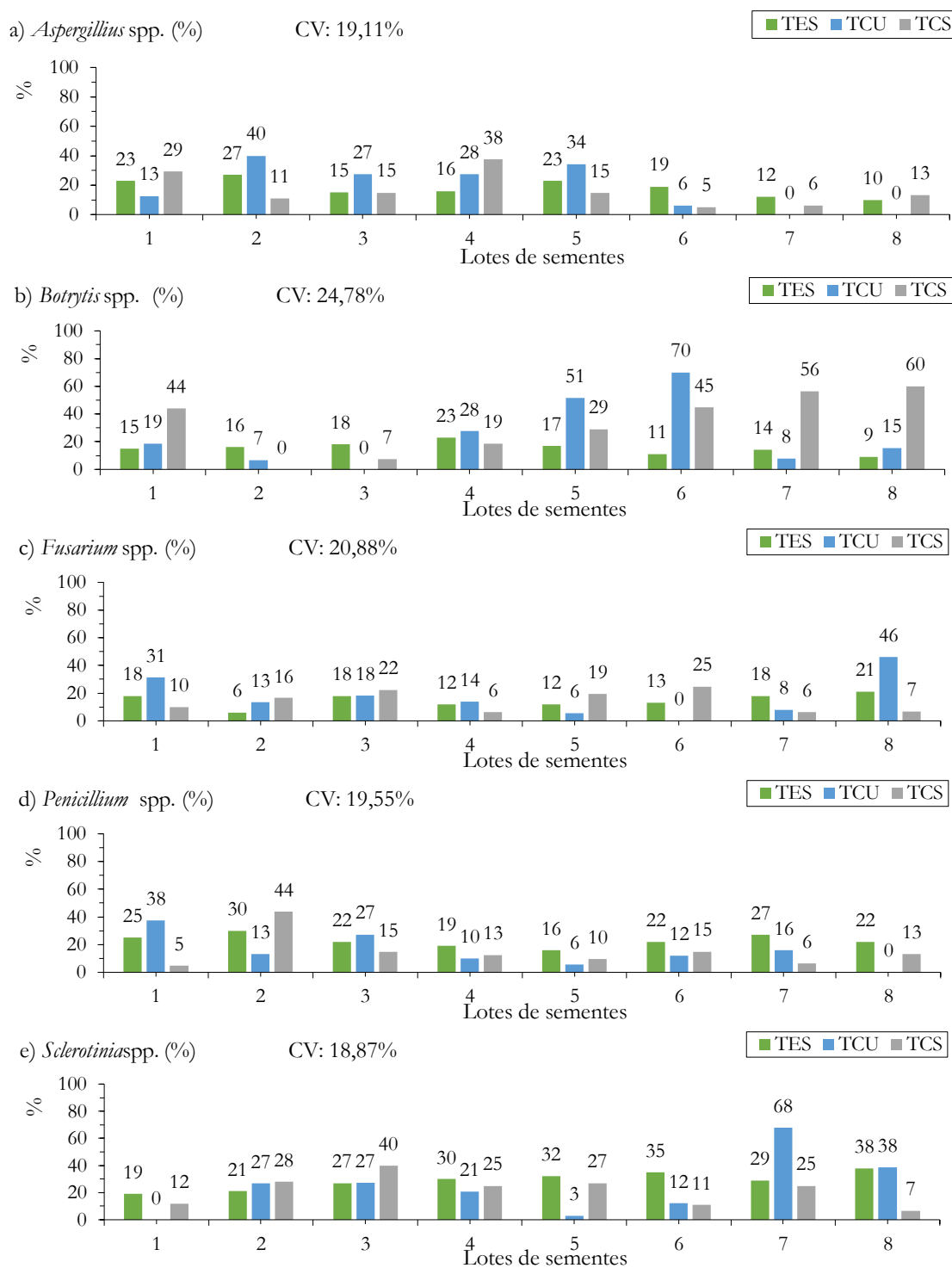
e sanitária das sementes de cártamo. Flávio et al. (2014) relatam que a disseminação de patógenos via semente afeta negativamente o estabelecimento do estande de plantas no campo, sobretudo a sua produtividade.

Na Figura 2, expõe a incidência, em porcentagem, de fitopatógenos sobre os lotes de sementes de cártamo submetidos aos tratamentos termoterápicos. Os fitopatógenos de maior incidência identificados nos diásporos de cártamo foram os dos gêneros *Aspergillus* spp., *Botrytis* spp., *Fusarium* spp., *Penicillium* spp. e *Sclerotinia* spp.. No trabalho de Girardi et al. (2013), verificaram alta incidência dos fitopatógenos em sementes de cártamo colhidos em diferentes períodos de maturação, sendo os de maior incidência foram dos gêneros *Aspergillus* spp., *Fusarium* spp. e *Penicillium* spp..

Segundo Reverberi et al. (2010) a qualidade sanitária das sementes é comprometida com a presença de fitopatógenos dos gêneros *Aspergillus* spp., *Fusarium* spp. e *Penicillium* spp., os quais aceleram a deterioração das sementes, em virtude da alta produção de micotoxinas sobre as mesmas, reduzindo drasticamente a sua qualidade fisiológica. Já Garcia (1999) observou que o principal agente patogênico à cultura do cártamo pertence ao gênero *Botrytis* spp.. Uma vez que, a presença deste patógeno na fase de floração do cártamo atacam as lígulas e se hospedam dentro do capítulo (inflorescência), depreciando o valor ornamental das hastes florais e inviabilizando a germinação das sementes, por chochamento.

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. Menegaes et al. (2019b) verificaram que os tratamentos por termoterapia em calor úmido e seco a 45 °C, favoreceram a redução dos fitopatógenos sobre as sementes de cártamo, sem prejuízo a qualidade fisiológica dessas sementes.





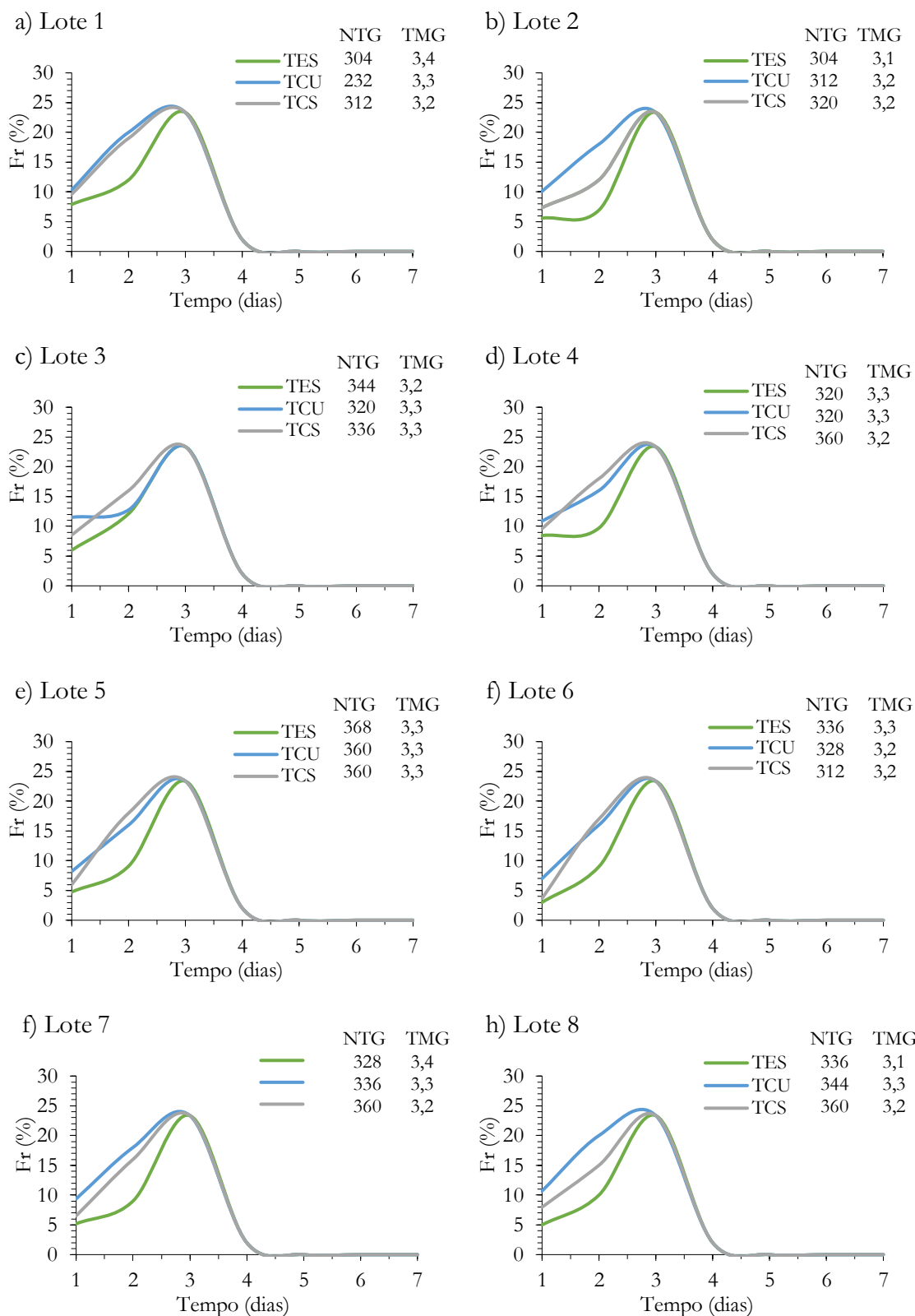
**Figura 2.** Sementes infestadas por *Aspergillus* spp. (ASP; %), *Botrytis* spp. (BOT; %), *Fusarium* spp. (FUS; %), *Penicillium* spp. (PEN; %) e *Sclerotinia* spp. (SCL; %) de sementes de cártamo (*C. tinctorius*) submetidas a diferentes tratamentos termoterápicos. Tratamento testemunha (TES) sem tratamento; Tratamento físico com termoterapia via calor úmido (TCU) e Tratamento físico com termoterapia via calor seco (TCS). CV: coeficiente de variação. Fonte: os autores.

Na Figuras 3, as frequências relativas de sementes germinadas de cártamo se distribuíram similarmente obtendo os picos de germinação próximo aos três DAS, respectivamente. As coincidências

desses picos de germinação tem média do tempo médio de germinação (TMG) de 3,3 dias, para todos os tratamentos termoterápicos, demonstrando homogeneidade da qualidade fisiológica de todos os lotes de sementes.

Menegaes et al. (2019a; 2019b) verificaram que as sementes de cártamo são tolerantes a tratamentos por calor até 45 °C, para as duas formas calor (úmido e seco) utilizados nos tratamentos por termoterapia, sem prejuízo a qualidade fisiológica e com benefícios para a qualidade sanitária destas sementes. Lopes e Franke (2011) observaram que a distribuição das frequências da germinação de sementes de cornichão (*Lotus corniculatus* L.) seguiu uma moda, com implicação direta do TMG para uma germinação uniforme.

Silva et al. (2017) verificaram que as diferentes condições térmicas não afetaram as frequências relativas de germinação das sementes de tamarindo (*Tamarindus indica* L.), sendo as sincronidade dos picos foram atribuídos ao potencial fisiológico das mesmas. Menegaes et al. (2018; 2019d) atribuíram as coincidências dos picos de germinação de duas espécies de celosias tanto as submetidas a diferentes condições de temperatura e luz, quando as submetidas a diferentes períodos de armazenamento, ao potencial fisiológico das sementes.



**Figura 3.** Frequências relativas (Fr; %) de sementes germinadas de cártamo (*C. tinctorius*) submetidas a diferentes tratamentos termoterápicos. NTG: número total de sementes germinadas (unidades), TMG: tempo médio de germinação (dias). Tratamento testemunha (TES) sem tratamento; Tratamento físico com termoterapia via calor úmido (TCU) e Tratamento físico com termoterapia via calor seco (TCS). Fonte: os autores.

## CONCLUSÃO

Os tratamentos termoterápicos apresentam-se como uma alternativa para a agricultura de baixo impacto ambiental, sendo eficientes para o tratamento de sementes de cártamo (*Carthamus tinctorius* L.). Em virtude do controle da infestação de fitopatógenos sobre as sementes, além de promover um incremento na sua qualidade fisiológica, em especial a germinação e a emergência das plântulas no campo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS


- Abud HF et al. (2010). Morfologia de sementes e plântulas de cártamos. *Revista Ciência Agronômica*, 41(2): 259-265.
- Alvares CA et al. (2013). Koppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22(1): 711–728.
- Araújo FS et al. (2018). Tratamento térmico úmido em sementes de *Acacia mangium*. *Revista de Ciências Agrárias*, 41(3): 702-708.
- Bellé RA et al. (2012). Safflower grown in different sowing dates and plant densities. *Ciência Rural*, 42(12): 2145-2152.
- Braga MP et al. (2010). Relações entre tratamento térmico, germinação, vigor e sanidade de sementes de tomate. *Revista Brasileira de Sementes*, 32(1): 101-110.
- Brasil (2009a). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para Análise de Sementes. Brasília: MAPA. 395p.
- Brasil (2009b). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Manual de Análise Sanitária de Sementes. Brasília: MAPA. 200p.
- Brasil (2013). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n. 45. Brasília. MAPA. 38p.
- Brito CH et al. (2008). Termoterapia para o controle de patógenos em pós-colheita em frutos da cajazeira. *Acta Science Agronômica*, 30(1): 19-23.
- Carmo MGF et al. (2004). Tratamentos de erradicação de *Xanthomonas vesicatoria* e efeitos sobre a qualidade das sementes de tomate. *Horticultura Brasileira*, 22(3): 579-584.
- Coronado L (2010). M. El cultivo del cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) en México. Obregon: SGI. 96p.
- Coutinho WM et al. (2007). Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de milho submetidas à termoterapia e condicionamento fisiológico. *Fitopatologia Brasileira*, 32(6): 458-4654.
- Cunha RP et al. (2017). Termoterapia no controle de patógenos associados às sementes de abóbora. *Tecnologia & Ciência Agropecuária*, 11(2): 53-57.
- Emorgon V, Oagile O (2017). Safflower production. Botswana: The Regional Universities Forum for Capacity Building in Agriculture - RUFORUM. 67p.

- Estefani RCC et al. (2007). 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*, 32(1): 434-438.
- FAOSTAT. Food And Agriculture Organization. (2017). Crops: Safflower. 2017. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E>>. Acesso em: 02/03/2019.
- Ferreira DF (2014). Sisvar: A guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. *Ciência e Agrotecnologia*, 38(2): 109-112.
- Flávio NSDS et al. (2014). Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de sorgo tratadas com extratos aquosos e óleos essenciais. *Semina: Ciências Agrárias*, 35(1): 7-20.
- Françoso CF, Barbedo CJ (2014). Tratamentos osmóticos e térmicos para controle de fungos em sementes de grumixameira (*Eugenia brasiliensis* Lam.) e pitangueira (*Eugenia uniflora* L.). *Hoehnea*, 41(4): 541-552.
- Furbeck SM et al. (1993). Relationship of seed and germination measurements with resistance to seed weathering cotton. *Seed Science and Technology*, 21(3): 505-512.
- Galant NB et al. (2015). Melhoramento de cártamo (*Carthamus tinctorius* L.). *Acta Iguazu*, 4(1): 14-25.
- Gama JSN et al. (2014). Thermotherapy in treating fennel seeds (*Foeniculum vulgare* Mill.): effects on health and physiological quality. *Revista Ciência Agronômica*, 45(4): 842-849.
- Garcia AG (1999). *Cultivos herbáceos extensivos*. 6 ed. Barcelona: Ed. Mundi-Prensa. 779p.
- Girardi LB et al. (2013). Qualidade de sementes de cártamo colhidas em diferentes períodos de maturação. *Revista Acadêmica de Ciências Agrárias e Ambiental*, 11(1): 67-73.
- Hussain MI et al. (2015). Salt and drought stresses in safflower: a review. *Article in Agronomy for Sustainable Development*, 34(4): 1-32.
- Labouriau LG, Valadares MEB (1976). On the germination of seeds *Calotropis procera* (Ait.) Ait.f. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 48(2): 263-284.
- Lazarotto M et al. (2013). Tratamento de sementes de canafístula via calor úmido. *Revista Ciência Agraria*, 56(3): 268-273.
- Lopes RR, Franke LB (2011). Aspectos térmico-biológicos da germinação de sementes de cornichão anual sob diferentes temperaturas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40(10): 2091-2096.
- Machado JC (2000). *Tratamento de sementes no controle de doenças*. Lavras: UFLA. 138 p.
- Maguire JD (1962). Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, 2(2): 176-177.
- Marchi CE et al. (2008). Químico e termoterapia em sementes e aplicação de fungicidas em *Brachiaria brizantha* como estratégias no manejo do carvão. *Summa Phytopathol*, 34(4): 321-325.
- Marcos-Filho J (2015). *Fisiologia de sementes de plantas cultivadas*. Londrina: ABRATES. 650p.

- Marini P et al. (2012). Alterações fisiológicas e bioquímicas em sementes de arroz submetidas ao estresse térmico. *Revista Ciência Agronômica*, 43(4): 722-730.
- Marostega TN et al. (2015). Efeito de tratamento térmico na superação de dormência de sementes de *Passiflora suberosa* L. *Bioscience Journal*, 31(2): 445-450.
- Marroni IV et al. (2009). 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*, 76(4): 761-767.
- Matheus MT, Lopes JC (2007). Termoterapia em sementes de guapuruvú (*Schyzolobium parahyba* (Vell.) Blake). *Revista Brasileira de Biociências*, 5(1): 330-332.
- Mendes MAS et al. (2001). Erradicação de *Fusarium oxysporum* em sementes de alfafa utilizando termo e quimioterapia. *Fitopatologia Brasileira*, 26(2): 148-152.
- Menegaes JF et al. (2018). Photoblastic and temperatures in the germination of cockscomb seeds. *Ornamental Horticulture*, 24(4): 408-414.
- Menegaes JF et al. (2019a). Thermoherapy via humid heat for the treatment of safflower seeds. *Journal of Agricultural Science*, 11(11): 30-40.
- Menegaes JF et al. (2019b). Physiological and sanitary quality of safflower seeds under different seed treatments. *Journal of Agricultural Studies*, 17(4): 282-296.
- Menegaes JF et al. (2019c). Post-harvest of safflower flower stems harvested at different times and submitted to different preservative solutions. *Ornamental Horticulture*, 25(1): 87-96.
- Menegaes JF et al. (2019d). Physiological and sanitary quality of cockscomb seeds stored for different periods. *Ornamental Horticulture*, 25(1): 34-41.
- Nakagawa, J. (1999). Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. Krzyzanowski FC et al. (Org.). Londrina: ABRATES. 1-24.
- Ogut H, Oguz H (2006). Biodiesel: Third Millennium Fuel. Nobel Publication, 745(1): 55-60.
- Oliveira MDM et al. (2011). Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de *Amburana cearenses* A.C. Smith submetidas à termoterapia e tratamento químico. *Acta Scientiarum Agronomy*, 33(1): 45-50.
- Pereira RB et al. (2015). Tratamento de sementes de hortaliças. Circular Técnica 140. Brasília: EMBRAPA. 16p.
- Reverberi M. et al. (2010). Natural functions of mycotoxins and control of their biosynthesis in fungi. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 87(3): 899-911.
- Sampaio MC et al. (2017). Effect of plant density on oil yield of safflower. *African Journal of Agricultural Research*, 12(25): 2147-2152.
- Santos LA et al. (2016). Radioterapia e termoterapia como tratamentos de sementes de soja. *Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science*, 9(2): 37-44.

- Santos RF, Silva MA (2015). *Carthamus tinctorius* L.: Uma alternativa de cultivo para o Brasil. Acta Iguazu, 4(1): 26-35.
- Schneider CF et al. (2015). Termoterapia na qualidade fisiológica e sanitária de sementes armazenadas de pinhão-manso. Semina: Ciências Agrárias, 36(1): 47-56.
- Silva DDA et al. (2017). Temperatura e substrato para o teste de germinação de sementes de tamarindo. Espacios, 38(14): 4-15.
- Trigo MFO et al. (1998). Tratamento térmico em sementes de cenoura. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 33(3): 357-361.
- Venturoso LR et al. (2015). Inoculação de *Sclerotinia sclerotiorum* em sementes de oleaginosas: transmissão e seus efeitos sobre a emergência de plantas. Ciência Rural, 45(5): 1-16.


## Substratos para testes de emergência de plântulas de celosia armazenadas por diferentes períodos

 10.46420/9786588319437cap2


Janine Farias Menegaes<sup>1\*</sup> 

Ubirajara Russi Nunes<sup>2</sup> 

Rogério Antônio Bellé<sup>2</sup> 

Fernanda Alice Antonello Londero Backes<sup>2</sup> 

Geovana Facco Barbieri<sup>3</sup> 

Janete Denardi Munareto<sup>4</sup> 

Henrique Fernando Lidório<sup>5</sup> 

Nelto Almeida de Sousa<sup>6</sup> 

### INTRODUÇÃO

O Brasil destaca-se pela grande diversidade de cultivo de flores e plantas ornamentais, em média de 350 espécies e 3.000 variedades, com alta qualidade estética visual e fitossanitária, caracterizando-se como um dos segmentos mais promissor do agronegócio brasileiro. O consumo *per capita* nacional estimado, em 2019, corresponde a R\$ 42,00; dos quais 48,6% são gastos em plantas ornamentais, 31,4% em flores e folhagens cortadas e 20% em flores e plantas envasadas (Junqueira e Peetz, 2017; IBRAFLO, 2020).

As flores de corte destacam-se por sua beleza e variedade de cores para a composição de arranjos e buquês, entre essas, as produzidas a partir de sementes destacam-se a boca-de-leão (*Anthirrhinum majus* Linn), a cravina (*Dianthus chinensis* x *barbatus*), as celosias (*Celosia argentea* L. e *C. cristata* L.), o girassol (*Helianthus annuus* L.), o lisianto (*Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinners), a rainha-margarida (*Callistephus chinensis* Nees L.), entre outras (Paiva e Almeida, 2014; Menegaes et al., 2019).

A celosia (*Celosia argentea* L.; Figura 1), pertencente à família Amaranthaceae, também conhecida popularmente como celosia-plumosa, suspiro e crista-plumosa em virtude da sua inflorescência característica ser em forma de pena ou pluma. Planta herbácea pouco ramificada, com inflorescência em panícula de caráter ornamental, com intenso florescimento e diversidade de cores entre diferentes tons de

<sup>1</sup> Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Dr.<sup>a</sup> Docente voluntária do Departamento de Fitotecnia.

<sup>2</sup> UFSM, Dr. (a) Docente do Departamento de Fitotecnia.

<sup>3</sup> Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade.

<sup>4</sup> UFSM, Dr.<sup>a</sup> em Agronomia.

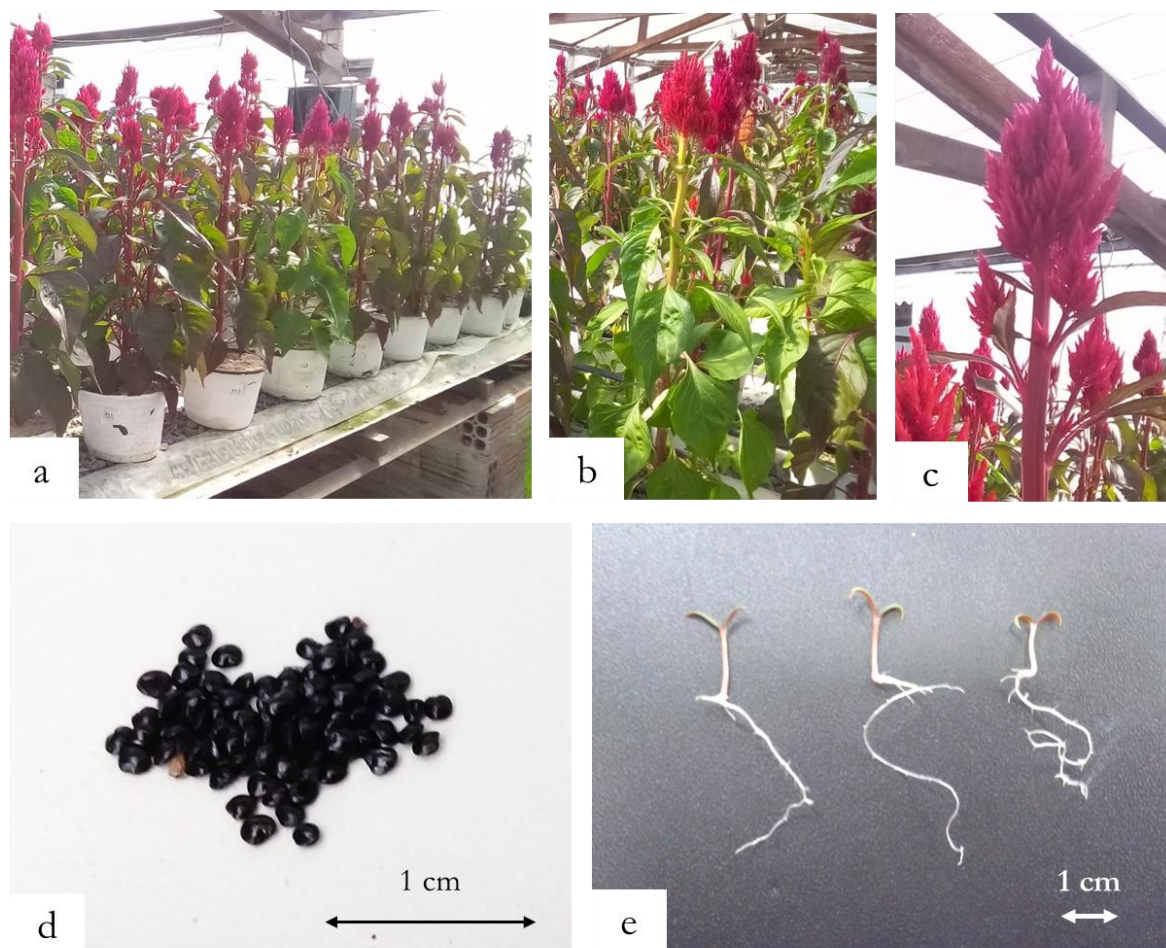
<sup>5</sup> UFSM, Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola.

<sup>6</sup> UFSM, Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Agronomia.

\*Autor(a) correspondente: janine\_rs@hotmail.com



vermelho, amarelo, laranja a branco-creme (Bellé e Spannenberg, 1997; Lorenzi, 2013; Menegaes et al., 2018a; b; 2019).



**Figura 1.** *Celosia argentea* L. a: cultivo em vaso, b e c: inflorescências, d: sementes, e: plântulas com 14 dias após a sementeira. Fonte: os autores.

O sucesso para o cultivo de flores de corte propagadas por sementes requer boa qualidade fisiológica e sanitária, atreladas ao manejo agrônômico quanto a irrigação, substratos, condições ambientais, entre outros, assim contribuindo positivamente para a formação do estande de plantas e, conseqüentemente, para a produção de hastes florais de qualidade (Bellé e Spannenberg, 1997; Khan et al., 2003; Petry, 2008; Menegaes et al., 2019).

As sementes devem ter a capacidade de originar plantas mantendo as qualidades dos seus atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários, todavia, 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 pela umidade de secagem, ação de fitopatógenos e insetos, umidade

relativa e temperatura do ar, tipos de embalagens, disponibilidade de oxigênio e, especialmente, pelo período de armazenamento (Carvalho; Nakagawa, 2012; Marcos-Filho, 2015a).

A inadequação durante o período de armazenamento pode acelerar a deterioração da semente e, conseqüentemente, reduzir suas qualidades, evidenciada durante a germinação e o desenvolvimento inicial das plântulas no campo. A deterioração pode ser amenizada pela adequação da qualidade inicial do lote, em relação ao grau de umidade, ao estágio de maturação da semente no momento da colheita, entre outros, assim, possibilitando um bom desenvolvimento de plântulas no campo (Costa, 2009; José et al., 2010; Sales et al., 2011).

A qualidade está diretamente relacionada com a longevidade das sementes, em que pode ser variável de acordo com o genótipo, cultivar e variedade. Em que essa qualidade pode ser analisada por vários testes em laboratório como no campo. Em laboratório sob condições favoráveis e controladas que permitem a máxima expressão da capacidade de um lote de sementes, já no campo ou na casa de vegetação quando em ótimas condições prediz de forma mais adequada o desempenho qualitativo do lote de sementes testado, todavia, as condições não são plenamente controladas (Santana et al., 2010; Bertolin et al., 2011; Menegaes et al., 2018b).

Entre os teste que indicam o vigor das sementes no campo ou na casa de vegetação, o teste de emergência aproxima a realidade das condições da semente em promover o futuro estande de plantas, utilizando não apenas a energia contida no endosperma ou nos cotilédones, mas, também das características do substrato, como aeração, capacidade de retenção de água e grau de infestação de patógenos, bem como a profundidade de semeadura (Hackbart e Cordazzo, 2003; Santana et al., 2010).

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade fisiológica das sementes de celosia (*Celosia argentea* L.) pelo teste de emergência de plântulas com diferentes composições de substratos.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido no Laboratório Didático e de Pesquisas em Sementes e no Setor de Floricultura, 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 2018. 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% (Alvares et al., 2013).

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4x7 (quatro lotes de sementes com diferentes períodos de armazenamento e sete composições de substratos), com oito repetições, sendo cada unidade experimental composta de 50 sementes. Os lotes de sementes de celosia (*Celosia argentea* L.) foram cultivados na área experimental do Setor de Floricultura do Departamento de

Fitotecnia da UFSM, em Santa Maria, 2015, 2016, 2017 e 2018, sendo colhidos no mês de março de cada ano supracitado.

Depois de colhido cada lote de sementes, em seus respectivos anos, foram armazenados com grau de umidade médio de 11% e germinação média de 98%, em embalagens de papel Kraft na câmara fria (15 °C e 40% UR), pelos períodos de 0, 1, 2 e 3 anos, a partir da data de colheita, até a execução deste experimento (Menegaes et al., 2019). As composições de substratos utilizados foram de areia textura média e solo Argissolo Vermelho Distrófico arênico, nas proporções volumétricas de 0:1, 1:0, 1:1, 1:2, 1:3, 2:1 e 3:1, respectivamente.

Em laboratório as sementes foram avaliadas pelos seguintes testes:

**Massa de mil sementes (MMS):** determinado pela metodologia descrita no manual de Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009);

**Grau de umidade (GRU):** determinado pelo método de estufa  $105\pm 3$  °C por 24 h, adaptado de Brasil (2009);

**Teste padrão de germinação (TPG):** as sementes foram distribuídas em caixas de poliestireno cristal (gerbox), umedecido com água destilada na proporção de 2,5 vezes a massa do papel seco. As caixas foram mantidas em germinador tipo B.O.D. (Box Organism Development), com fotoperíodo de 12 h de luz e 12 h de escuro a temperatura de  $20\pm 2$  °C (Brasil, 2009). As avaliações de germinação foram aos quatro e aos 14 dias após a semeadura (DAS), e os resultados expressos em percentagem de plântulas normais. Para o índice de velocidade de germinação (IVG) (Maguire, 1962) e para o tempo médio de germinação (TMG) (Furbeck et al., 1993) foram realizadas avaliações diárias germinação até aos 4 DAS.

**Comprimento e massa seca de plântula:** as sementes foram mantidas na mesma condição do TPG, aos 4 DAS foram medidos o comprimento total da plântula incluindo a parte aérea e a radícula de dez plântulas normais de cada repetição, utilizando régua milimetrada. Na sequência determinou-se massa seca total por secagem do material em estufa de ventilação forçada a  $65\pm 5$  °C por 48 h e na sequência aferida a massa em balança digital (precisão de 0,001 g) (Nakagawa, 1999).

**O teste de emergência:** ocorreu na casa de vegetação, as semeaduras em substratos nas composições supracitadas ocorreram em caixas de poliestireno cristal (gerbox), utilizou-se 50% da capacidade de retenção de água no recipiente conforme as metodologias de Samartzidis et al. (2005), Brasil (2009) e Menegaes et al. (2017). As bandejas foram mantidas em ambiente com aproximadamente 85% de umidade relativa do ar e com temperatura média do ar de 24,5 °C. As contagens de plântulas emergidas ocorreram diariamente até estabilização da emergência (14 DAS), período utilizado para o cálculo do índice de velocidade de emergência (IVE) (Maguire, 1962) e o tempo médio de emergência (TME) (Furbeck et al., 1993).

**Para os testes de comprimento e de massa seca de plântula em substrato:** foram selecionadas aleatoriamente dez plântulas normais de cada repetição, sendo medidos o comprimento total da plântula incluindo a parte aérea e a radícula de dez plântulas normais de cada repetição, utilizando régua milimetrada. Na sequência determinou-se massa seca total por secagem do material em estufa de ventilação forçada a  $65 \pm 5$  °C por 48 h e na sequência aferida a massa em balança digital (precisão de 0,001 g) (Nakagawa, 1999).

**Frequência relativa de emergência (Fr):** foi determinada pela metodologia de Labouriau e Valadares (1976), expressa na Equação 1:

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

em que: Fr é a frequência relativa de emergência;  $n_i$  é o número de plântulas emergidas por dia;  $\sum n_i$  é o número total de plântulas emergidas.

**Entropia (índice de sincronização de emergência):** foi determinado pela metodologia adaptada de Labouriau e Valadares (1976), expressa na Equação 2:

$$E = \sum_{i=1}^k f_i \cdot \log_2 \cdot fr \quad (2)$$

em que: E é a entropia informacional (bits); fr é a frequência relativa de emergência;  $\log_2$  é o logaritmo na base 2.

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

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, apresenta-se os parâmetros da qualidade de sementes de celosia verificados em laboratório. Observou-se que a massa de mil sementes (MMS) e grau de umidade (GRU) não apresentaram diferença estatística, com médias de 0,92 g e 10,8%, respectivamente. Menegaes et al. (2019) verificaram média de MMS de 0,91 g para sementes de celosia armazenadas por 16 anos, com ótima qualidade fisiológica. Segundo Marcos-Filho (2015a) o grau de umidade de sementes é uma característica com associação direta com a deterioração, assim para o armazenamento o ideal é a faixa entre 10% a 13%, para sementes ortodoxas, como as sementes de celosia.

**Tabela 1.** Massa de mil sementes (MMS; g), grau de umidade (GRU; %), primeira contagem (PCG; %), germinação (GER; %), índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TMG; dias), massa seca de plântula (MSP; mg pl<sup>-1</sup>) e comprimento total de plântula (CTP; cm) de celosia (*Celosia argentea* L.) armazenadas em diferentes períodos. Fonte: os autores.

Lotes armazenados por	MMS (g)	GRU (%)	PCG (%)	GER (%)
0 ano	0,94 <sup>ns</sup>	11,1 <sup>ns</sup>	98 *a	98 *a
1 ano	0,92	10,9	96 b	98 a
2 anos	0,91	10,6	94 c	96 b
3 anos	0,90	10,6	92 d	94 c
MD	0,92	10,8	95	97
CV (%)	3,56	4,91	5,88	5,16
	IVG	TMG (dias)	MSP (mg pl <sup>-1</sup> )	CPT (cm)
0 ano	85,625 *a	3,5 *b	0,16 <sup>ns</sup>	3,88 <sup>ns</sup>
1 ano	81,542 b	3,4 b	0,15	3,85
2 anos	75,875 c	3,6 a	0,15	3,85
3 anos	73,042 d	3,7 a	0,14	3,83
MD	79,021	3,5	0,15	3,85
CV (%)	6,19	3,73	4,83	5,86

\* efeito significativo e <sup>ns</sup> não significativo entre os lotes de sementes. Teste de médias não seguidas pela letra diferem pelo teste de Scott-Knott (p<0,05). MD: média. CV: coeficiente de variação.

Para Angelovici et al. (2010) e Goldfarb e Queiroga (2013), a conservação da qualidade de sementes ortodoxas, sobretudo, a fisiológica ocorre por meio da dessecação (remoção da água) e da diminuição da temperatura. Assim, verificamos a eficiência das condições de armazenamento utilizados neste trabalho (câmara fria a 15 °C e a 40% UR) foram positivas para a conservação das sementes de celosia.

A germinação em primeira contagem (PCG) aos 4 DAS e a germinação (GER) aos 14 DAS, apresentaram similaridade na redução do percentual de germinabilidade, mesmo assim, ambos os parâmetros apresentaram médias de germinação alta de 95% e 97%, para PCG e GER, respectivamente, ao longo dos períodos de armazenamento. De acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para um lote de semente de espécies hortícolas serem classificadas como comerciais, o mesmo deve ter no mínimo 70% de germinação (Brasil, 2011).

As sementes de celosia utilizadas neste trabalho apresentaram valor percentual de germinação tanto em PCG como em GER acima do preconizado pelo MAPA, sendo classificado como lote comercial. Dados similares aos obtidos neste trabalho corroboram com os resultados de obtidos por Menegaes et al. (2019), que trabalharam com sementes de celosias armazenadas por 16 anos.

Pelo índice de velocidade de germinação (IVG) também pode confirmar a baixa deterioração das sementes de celosias armazenadas por diferentes períodos. Observou-se esse índice foi bem similar ao desempenho da PCG, apesar da diferença estatística pode-se indicar que o armazenamento dessas sementes contribuiu para a manutenção da qualidade fisiológica resultado em pouca variação de vigor. O

tempo médio de germinação (TMG) igualmente revela a boa qualidade dessas sementes, com germinação rápida e homogêneas com média de 3,5 dias. Segundo Marcos-Filho (2015b), os testes de vigor, como PCG, IVG e TMG, são indicativos da sensibilidade do processo de deterioração das sementes, principalmente as que sofreram armazenamento por longos períodos.

Verificou-se que não houve diferença significativa para o comprimento e a massa seca de plântulas, podendo ser atribuído a qualidade genética e fisiológica das sementes de celosia. 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 de armazenamento as quais foram expostas.

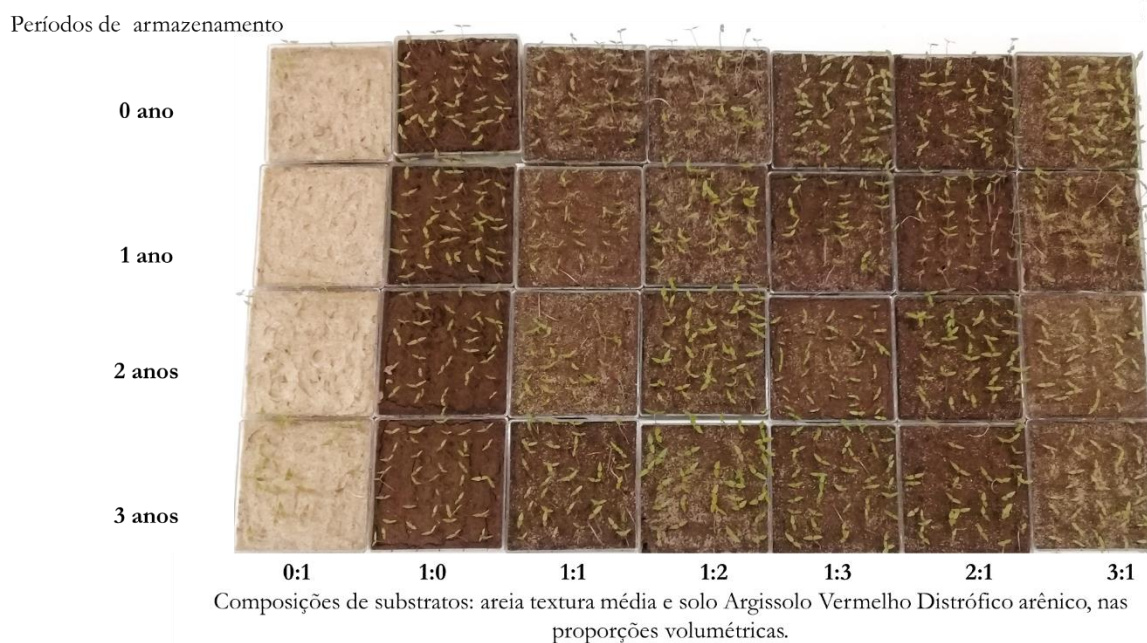
Na Tabela 2, verificou-se que as emergências de plântulas de celosias apresentaram significância com médias de 79%, 81%, 82% e 84% para os lotes de sementes de 0; 1; 2 e 3 anos de armazenamento e com médias de 85%, 70%, 89%, 83% 91%, 81% e 74% para as composições de substratos contendo areia e solo, nas proporções volumétricas de 0:1, 1:0, 1:1, 1:2, 1:3, 2:1 e 3:1, nesta ordem, na Figura 2, essa emergência é demonstrada visualmente.

Verificou-se que todas as composições de substratos obtiveram emergência de plântulas acima de 70%, comprovando e atendo as normativas do MAPA (Brasil, 2011). Resultados deste trabalho são semelhantes aos observados por Menegaes et al. (2020), o qual observaram similaridade da emergência de plântulas de couve-flor (*Brassica oleracea* L. var. *botrytis*) submetidas a diferentes composições de substratos (comercial Carolina Soil<sup>®</sup>, casca de arroz carbonizada (CAC) e areia textura média).

**Tabela 2.** Emergência de plântulas (EPL; %), índice de velocidade de emergência (IVE), tempo médio de emergência (TME; dias), entropia (bits), massa seca de plântulas (MSP; mg pl<sup>-1</sup>) e comprimento de plântulas (CPT; cm) de celosia (*Celosia argentea* L.) armazenadas em diferentes períodos e submetidas a diferentes composições de substratos (CS; proporções volumétricas de areia e solo). Fonte: os autores.

CS	Lotes armazenados por (anos)									
	0 ano	1 ano	2 anos	3 anos	MD	0 ano	1 ano	2 anos	3 anos	MD
	EPL (%)					IVE				
0:1	82 *Bb	82 Cb	86 Ba	88 Ba	85	25,238 *Ba	20,531 Cb	26,205 Ca	25,005 Ca	24,245
1:0	72 Ca	70 Fb	70 Eb	70 Eb	70	20,024 Cd	27,410 Bb	31,374 Aa	22,589 Dc	25,349
1:1	86 Ac	90 Ba	88 Ab	90 Aa	89	26,812 Bc	31,864 Aa	28,179 Bb	24,756 Cd	27,903
1:2	78 Bc	78 Dc	86 Bb	91 Aa	83	25,667 Bb	30,029 Aa	31,131 Aa	29,214 Ba	29,010
1:3	90 Ab	94 Aa	90 Ab	89 Ab	91	26,205 Bb	31,900 Aa	27,833 B	24,431 Cc	27,592
2:1	76 Cc	80 Cb	82 Cb	84 Ca	81	31,374 Aa	26,607 Bb	30,281 Aa	32,514 Aa	30,194
3:1	74 Ca	72 Eb	74 Da	76 Da	74	28,179 Aa	25,238 Bb	30,512 Aa	26,014 Cb	27,486
MD	79	81	82	84		26,214	27,654	29,359	26,360	
CV (%)	8,86					10,87				
	TME (dias)					Entropia (bits)				
0:1	8,6 *Aa	8,0 Bb	7,8 Bc	7,8 Bc	8,1	0,73 *Ba	0,61 Dc	0,76 Ba	0,71 Cb	0,70
1:0	8,6 Aa	8,3 Ab	8,5 Aa	8,1 Ab	8,4	0,57 Cd	0,78 Cb	0,90 Aa	0,65 Dc	0,72
1:1	7,8 Ba	7,5 Cb	7,7 Ba	7,4 Db	7,6	0,78 Bd	0,92 Aa	0,82 Bb	0,72 Cd	0,81
1:2	7,7 Ca	7,3 Cb	7,5 Cb	7,2 Cc	7,4	0,74 Bc	0,86 Bb	0,90 Aa	0,85 Bb	0,84
1:3	8,0 Ba	8,1 Aa	7,8 Bb	7,9 Bb	8,0	0,76 Bb	0,93 Aa	0,80 Bb	0,70 Cc	0,80
2:1	8,0 Ba	7,8 Bb	7,6 Cc	7,6 Cc	7,7	0,89 Aa	0,76 Cc	0,86 Ab	0,93 Aa	0,86
3:1	8,5 Aa	7,9 Bb	7,8 Bb	7,6 Cc	7,9	0,81 Aa	0,72 Cb	0,87 Aa	0,75 Cb	0,79
MD	8,2	7,8	7,8	7,6		0,75	0,80	0,84	0,76	
CV (%)	4,40					10,77				
	MSP (mg pl <sup>-1</sup> )					CPT (cm)				
0:1	0,09 <sup>ns</sup>	0,08	0,11	0,08	0,09 A	5,88 <sup>ns</sup>	5,30	6,40	5,32	5,73 A
1:0	0,14	0,07	0,09	0,13	0,11 A	6,37	4,95	5,78	5,05	5,54 A
1:1	0,14	0,06	0,09	0,08	0,09 A	4,56	4,72	4,53	4,86	4,67 C
1:2	0,10	0,12	0,14	0,07	0,11 A	3,17	5,37	5,54	4,71	4,70 C
1:3	0,09	0,09	0,10	0,11	0,10 A	4,33	6,48	4,77	5,30	5,22 B
2:1	0,11	0,12	0,11	0,10	0,11 A	4,97	6,08	5,02	5,05	5,28 B
3:1	0,10	0,10	0,10	0,12	0,11 A	5,19	5,94	5,32	5,37	5,46 A
MD	0,11 a	0,09 a	0,11 a	0,10 a		4,92 b	5,55 a	5,34 a	5,09 b	
CV (%)	18,19					11,90				

\* 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 ( $p < 0,05$ ). MD: média. CV: coeficiente de variação.



**Figura 2.** Plântulas emergidas de celosia (*Celosia argentea* L.) armazenadas em diferentes períodos e submetidas a diferentes composições de substratos, aos 14 dias após a semeadura. Fonte: os autores.

Observou-se que as médias dos índices de velocidade de emergência (IVE) foram similares entre os lotes de sementes e as composições de substratos, obtendo média geral de 27,397, para os tempos médios de emergências (TME), também houve similaridade com média geral de 7,8 dias (Tabela 2). De acordo com Marcos-Filho (2015a), a qualidade fisiológica das sementes pode ser expressa pela emergência e pelo tempo e velocidade que as mesmas levam para ocorrer, com interação direta as condições as quais foram submetidas, beneficiam diretamente o desenvolvimento inicial plantular.

A entropia que mensura a sincronização da emergência de plântulas, em nosso trabalho com média geral de 0,79, confirma a boa qualidade dos lotes de sementes de celosias, resultados semelhantes aos nossos encontra-se no trabalho de Menegaes et al. (2018a), os quais também trabalharam com sementes de celosias.

Verificou-se que o vigor mensurado pelos testes de massa seca (MSP) e comprimento de plântulas (CPT) de celosia não diferiram significativamente, pode atribuir esse fato a composição dos substratos. Menegaes et al. (2017) verificaram que a emergência homogênea de plântulas de cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) ocorreram em virtude da composição dos substratos utilizados (areia, casca de arroz carbonizada, substrato comercial Carolina Soil<sup>®</sup>, solo Argissolo Vermelho Distrófico arênico) as quais foram submetidas, expressando seu pleno potencial fisiológico.

Para Takane et al. (2013) a qualidade fisiológica as sementes são melhor expressos em substrato sem compactação, contendo boa porosidade e aeração do mesmo. Já Kämpf et al. (2006), ressaltam que



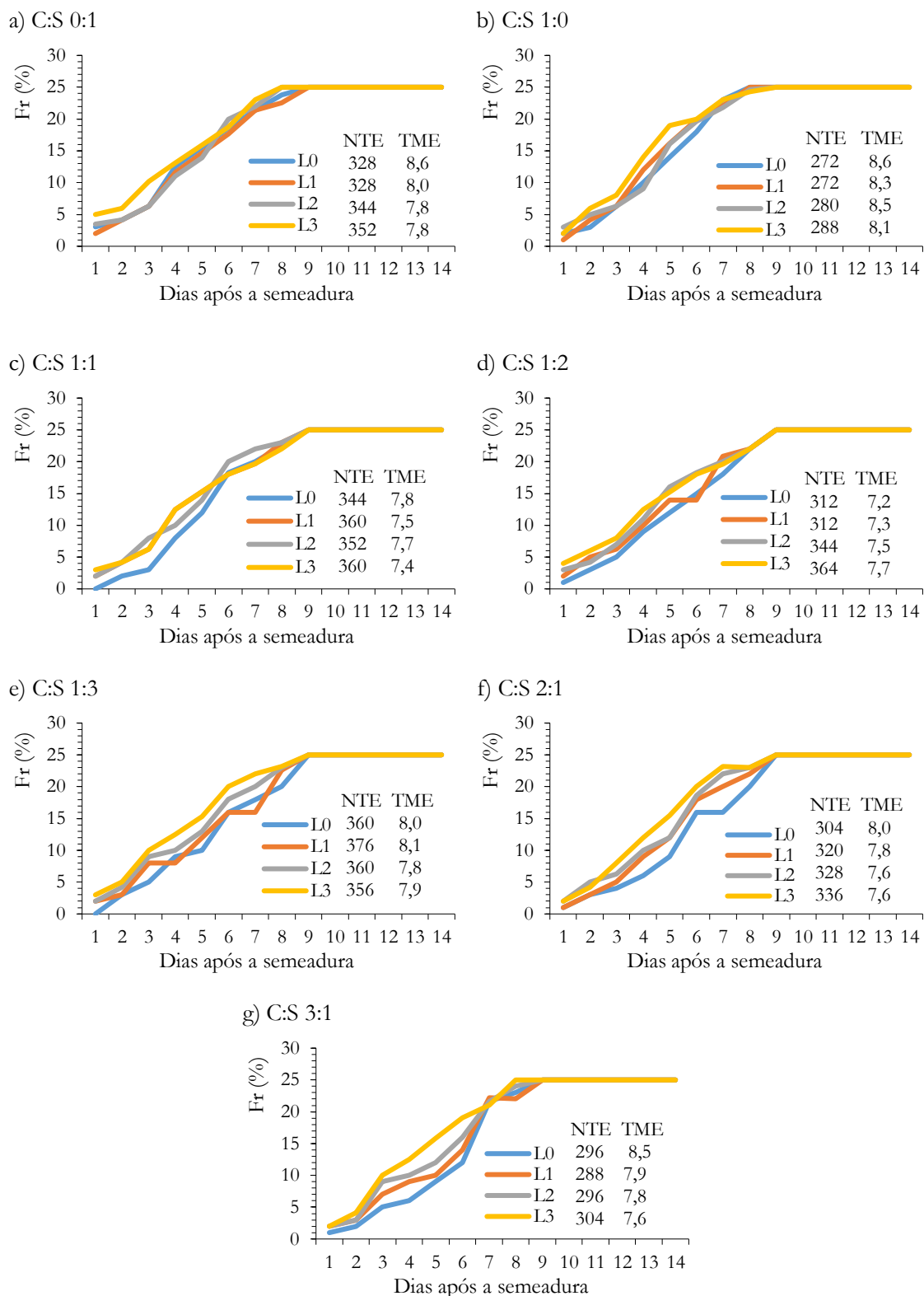
um substrato com boas características de porosidade e aeração, são obtidos pelas escolhas dos seus constituintes, originando adequadas prospecções volumétricas dessas.

Na Figura 3, demonstram-se as frequências relativas de emergência de plântulas de celosias que se distribuíram de forma similar para as composições de substratos contendo diferentes proporções volumétricas de areia e solo, com os picos de emergência próximo aos 7,8 DAS (Tabela 2). As coincidências dos picos de emergências com os TME próximos, demonstram uma homogeneidade da qualidade fisiológica dos lotes de sementes de celosias em função das composições de substratos adotados para esse teste.

Nos trabalhos de Menegaes et al. (2018a; 2019), os autores atribuíram as coincidências dos picos de germinação de duas espécies de celosias (*C. argentea* L. e *C. cristata* L.) tanto as submetidas a diferentes condições de temperatura e luz, quando as submetidas a diferentes períodos de armazenamento, a qualidade fisiológica e genética das sementes.

A homogeneidade da emergência das plântulas tem efeito positivo na formação do estande plantas no campo, o qual é fundamental para as espécies hortícolas, como a celosia, onde a sua colheita ocorre de acordo a criteriosos sistema e padronização estabelecidos pela Cooperativa Veiling Holambra (2020) no Brasil. Para Lopes e Franke (2011), a homogeneização da emergência de plântulas segue uma moda da distribuição das frequências, em virtude a sua qualidade fisiológica, os quais verificaram esse desempenho em sementes de cornichão (*Lotus corniculatus* L.) que emergiram uniformemente no campo.

Martins et al. (2011) observaram desempenho semelhante na germinação de sementes de barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville) submetidas a diferentes substratos (papel e vermiculita). Os autores verificaram que os substratos utilizados influenciaram pouco a germinação das sementes, por terem estrutura, aeração e capacidade de retenção de água parecidos. Já Silva et al. (2017), verificaram que que a sincronicidade dos picos das frequências relativas de germinação das sementes de tamarindo (*Tamarindus indica* L.) foram atribuídos a sua qualidade fisiológica independente dos diferentes substratos (papel e areia) e condições térmicas testadas.



**Figura 3.** Frequências relativas (Fr; %) de plântulas emergidas de celosia (*Celosia argentea* L.) armazenadas em diferentes períodos e submetidas a diferentes composições de substratos (CS; proporções volumétricas de areia e solo). NTE: número total de plântulas emergidas (unidades), TME: tempo médio de emergência (dias). L0: 0 ano; L1: 1 ano; L2: 2 anos e L3: 3 anos. Fonte: os autores.

## CONCLUSÃO

Os lotes de sementes de celosia (*Celosia argentea* L.) mantiveram suas qualidades fisiológicas durante os períodos de armazenamento. Todas as composições de substratos utilizados proporcionaram boas condições de emergência de plântulas. Entre as composições de substratos, a com proporção volumétrica de 1:3 de areia textura média e solo Argissolo Vermelho Distrófico arênico, propiciaram a melhor expressão percentual de emergência com 91%, sendo esta composição indicada para o teste de emergência de celosia.


## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS









- Alvares CA et al. (2013). Koppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22(1): 711–728.
- Bellé RA, Spannenberg R (1997). Produtividade e qualidade de sementes de flores produzidas em Santa Maria. *Ciência Rural*, 27(1): 51-55.
- Bertolin DC et al. (2011). Parâmetros do teste de envelhecimento acelerado para determinação do vigor de sementes de feijão. *Revista Brasileira de Sementes*, 33(1): 104-112.
- BRASIL (2009). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para Análise de Sementes. Brasília: MAPA. 395p.
- BRASIL (2011). Portaria Secretaria de Defesa Agropecuária (N.º 51 de 2 de março de 2011). Padrões de identidade e qualidade para a produção e a comercialização de sementes de espécies olerícolas, condimentares, medicinais e aromáticas. Brasília: Diário Oficial da União. Seção I.
- Carvalho NM, Nakagawa J (2012). Sementes: ciência, tecnologia e produção. Jaboticabal: FUNEP, 588p.
- Cooperativa Veiling Holambra (2020). Padrão de qualidade: Celósia de corte. Holambra: Cooperativa Veiling Holambra. 4p.
- Costa CJ (2009). Armazenamento e conservação de sementes de espécie do Cerrado. Planaltina: EMBRAPA Cerrados, 2009. 30p.
- Ferreira DF (2014). Sisvar: A guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. *Ciência e Agrotecnologia*, 38(2): 109-112.
- Furbeck SM et al. (1993). Relationship of seed and germination measurements with resistance to seed weathering cotton. *Seed Science and Technology*, 21(3): 505-512.
- Hackbart VCS, Cordazzo CV (2003). Ecologia das sementes e estabelecimento das plântulas de *Hydrocotyle bonariensis* Lam. *Atlântica*, 25(1): 61-65.
- IBRAFLOR - Instituto Brasileiro de Floricultura. O mercado de flores no Brasil. Holambra: IBRAFLOR, 2020. 5p.

- José SCBR et al. (2010). Armazenamento de sementes de girassol em temperaturas subzero: aspectos fisiológicos e bioquímicos. *Revista Brasileira de Sementes*, 32(4): 029-038.
- Junqueira AH, Peetz MS (2017). Brazilian consumption of flowers and ornamental plants: habits, practices and trends. *Ornamental Horticulture*, 23(2): 115-120.
- Kämpf NA et al. (2000). Floricultura - técnicas de preparo de substratos. Brasília: Tecnologia Fácil. 132p.
- Khan MM et al. (2003). Effect of seed humidification on germinability, vigor and leakage in cockscomb (*Celosia argentea var. cristata* L.). *International Journal of Agriculture & Biology*, 5(4): 409-503.
- Labouriau LG, Valadares MEB (1976). On the germination of seeds *Calotropis procera* (Ait.) Ait.f. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 48(2): 263-284.
- Lopes RR, Franke LB (2011). Aspectos térmico-biológicos da germinação de sementes de cornichão anual sob diferentes temperaturas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40(10): 2091-2096.
- Lorenzi H (2013). Plantas para jardim no Brasil: herbáceas, arbustivas e trepadeiras. Nova Odessa: Instituto Plantarum. 1120p.
- Maguire JD (1962). Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, 2(2): 176-177.
- Marcos-Filho J (2015a). Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. Londrina: ABRATES. 650p.
- Marcos-Filho J (2015b). Review: Seed vigor testing: an overview of the past, present and future perspective. *Scientia Agricola*, 72(4): 363-374.
- Martins CC et al. (2011). Vermiculita como substrato para o teste de germinação de sementes de barbatimão. *Ciência Florestal*, 21(3): 421-427.
- Menegaes JF et al. (2017). Germinação de sementes de *Carthamus tinctorius* em diferentes substratos. *Acta Iguazu*, 6(3): 22-30.
- Menegaes JF et al. (2018a). Photoblastic and temperatures in the germination of cockscomb seeds. *Ornamental Horticulture*, 24(4): 408-414.
- Menegaes JF et al. (2018b). Accelerated aging of *Celosia argentea* and *Celosia cristata* seeds. *Ornamental Horticulture*, 24(4): 459-465.
- Menegaes JF et al. (2019). Physiological and sanitary quality of cockscomb seeds stored for different periods. *Ornamental Horticulture*, 25(1): 34-41.
- Menegaes JF et al. (2020). Emergência de plântulas e produção de mudas de couve-flor em diferentes substratos e regime de irrigação. *Acta Iguazu*, 9(4): 109-117.
- Nakagawa, J. (1999). Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. Krzyzanowski FC et al. (Org.). Londrina: ABRATES. 1-24.
- Paiva PDO, Almeida EFA (2014). Produção de flores de corte – volume 2. Lavras: UFLA, 819p.
- Petry C (2008). Plantas ornamentais: aspectos para a produção. Passo Fundo: UFF, 202p.

- Sales JF et al. (2011). The germination of bush mint (*Hyptis marrubioides* EPL) seeds as a function of harvest stage, light, temperature and duration of storage. *Acta Scientiarum Agronomy*, 33 (4): 709-713.
- Samartzidis C et al. (2005). Rose productivity and physiological responses to different substrates for soilless culture. *Scientia Horticulturae*, 106 (1): 203-212.
- Santana DG et al. (2010) Germinação de sementes e emergência de plântulas de pau-santo: uma análise crítica do uso de correlação. *Revista Brasileira de Sementes*, 32(3): 134-140.
- Silva DDA et al. (2017). Temperatura e substrato para o teste de germinação de sementes de tamarindo. *Espacios*, 38(14): 4-15.
- Takane RJ et al. (2013). Técnicas em substratos para a floricultura. Fortaleza: Expressão gráfica, 143p.

## Qualidade fisiológica de sementes de sorgo sacarino produzidas em arranjos de plantas e épocas de semeadura

 10.46420/9786588319437cap3

Silvia Cristina Paslauski Nunes<sup>1\*</sup>   
Ubirajara Russi Nunes<sup>2</sup>   
Sandro Luiz Petter Medeiros<sup>2</sup>   
Thomas Newton Martin<sup>2</sup>   
Jean Cecchim Biondo<sup>3</sup>   
Pablo Reno Sangoi<sup>4</sup>   
Nayra Grazziele Silva<sup>5</sup>   
Eduardo José Ludwig<sup>6</sup> 

### INTRODUÇÃO

O sistema de produção de etanol necessita de uma cultura agrícola que assegure o fluxo contínuo de fitomassa de qualidade para garantir uma produção estável. O sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) apresenta colmos semelhante ao da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.), com caldo rico em açúcares fermentáveis, servindo para produção de etanol na mesma instalação utilizada por essa cultura. Em sistemas intensivos de cultivo se destaca por suas características de alta produção e boa qualidade alcançadas nos períodos mais quentes do ano. Além disso, a produção da cultura está associada a entressafra da cana-de-açúcar, período em que ocorre a redução da produção de etanol devido a indisponibilidade de matéria prima nas usinas (Landau; Schaffert, 2011).

Considerando a expansão em área da cultura de sorgo sacarino a demanda por sementes tende a crescer, para May e Durães (2012), a oferta do produto ainda é baixa e pesquisas devem ser desenvolvidas em sistemas de produção de sementes de sorgo sacarino, visando atender à crescente demanda do setor produtivo de forma competitiva e eficiente.

A qualidade fisiológica das sementes pode ser afetada por diferentes fatores, dentre eles as condições climáticas da região de cultivo que durante as diversas etapas do desenvolvimento das sementes

<sup>1</sup> Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Dr.<sup>a</sup> Autônoma.

<sup>2</sup> UFSM, Dr. (a) Docente do Departamento de Fitotecnia.

<sup>3</sup> Fiscal Estadual Agropecuário.

<sup>4</sup> Base Assessoria Agronômica Ltda.

<sup>5</sup> UFSM, Mestre em Agrobiologia.

<sup>6</sup> UFSM, Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Agronomia.

\*Autor(a) correspondente: spaslauski@yahoo.com.br

podem exercer influência direta sobre o potencial fisiológico atingido na maturidade (Marcos Filho, 2015). Além disso, à escolha da época de semeadura deve coincidir entre condições climáticas mais favoráveis as exigências das plantas nos seus diversos estádios de desenvolvimento.

A qualidade fisiológica de sementes é normalmente determinada por meio de testes laboratoriais que avaliam diferentes aspectos relacionados ao crescimento das plântulas. Os testes de germinação são utilizados para classificação de lotes de sementes e são realizados em condições favoráveis de laboratório, que fornece informações referentes às plântulas normais, de acordo com as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009), entretanto, o teste de germinação possui a limitação de ser realizado em condições ótimas, o que normalmente não ocorre no campo por ocasião da semeadura. De forma complementar, são utilizados os testes de vigor, capazes informar o potencial fisiológico das sementes em situações ambientais adversas, contudo, a eficiência desses testes irá depender daquele que atenda melhor aos objetivos requeridos pelo avaliador (Kryzanowski et al., 1999).

A avaliação das épocas de semeadura para produção de sementes do sorgo proporcionará a obtenção de sementes provenientes de diferentes épocas de colheita, permitindo a caracterização da qualidade fisiológica e a quantificação da produção de sementes de cada época. A obtenção de material de elevada qualidade fisiológica para semeadura auxiliará na viabilidade da produção de sorgo como matéria-prima de etanol.

Diante disso, objetivou-se com o presente trabalho avaliar a qualidade fisiológica das sementes de sorgo produzidas de quatro cultivares, em diferentes épocas de semeadura e arranjos de plantas, cultivados na região Central do Rio Grande do Sul.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi desenvolvido na área experimental do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS (29°43' S; 53°43' W e altitude de 95m). O solo da área é uma transição entre Argissolo Bruno-Acinzentado alítico úmbrico e Argissolo Vermelho distrófico arênico. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cfa, Subtropical úmido, sem estação seca definida, com verões quentes (Heldwein et al., 2009).

As análises das sementes foram realizadas no Laboratório Didático e de Pesquisas em Sementes da Universidade Federal de Santa Maria, nas safras de 2012/2013 e 2013/14. Os dados referentes a temperatura, precipitação foram obtidos junto a Estação automática do 8º DISME, localizada no próprio departamento.

O delineamento experimental adotado foi blocos completamente casualizados, distribuídos em trifatorial 4x3x3 (quatro cultivares, três épocas de semeadura e três espaçamentos). Para a condução do experimento, foram utilizadas quatro cultivares de sorgo com finalidade sacarina: BR 506, BR511, BR509

e Fepagro 19 (F19) nas safras 2012/13 (1º ano) e 2013/14 (2º ano). As três épocas de semeadura no primeiro ano ocorreram nas seguintes datas: 27/10/2012, 28/11/2012 e 18/12/2013 e, no segundo ano em: 16/10/2013, 15/11/2013 e 16/12/2013. Foram utilizadas parcelas com 5 m de comprimento, compostas de quatro fileiras, os espaçamentos entre fileiras foram de 0,42, 0,50 e 0,70 m, com quatro repetições e a densidade foi de 120.000 plantas por ha<sup>-1</sup>. O preparo do solo, a correção, a adubação e demais tratos culturais foram realizados conforme recomendação técnica para cultura e dos resultados das análises do solo realizadas nos dois anos de cultivo.

A colheita das panículas ocorreu quando o teor de umidade das sementes atingiu entre 18% e 22% e posteriormente as amostras foram secas até atingirem 13%. Após a secagem, as sementes foram extraídas manualmente das panículas e ventiladas para retirada das impurezas. As sementes foram acondicionadas em sacos de papel Kraft, previamente identificados e armazenadas em sala a temperatura ambiente.

Após o processo de limpeza e secagem as sementes foram avaliadas quanto às características físicas e fisiológicas pelos seguintes testes:

**Teor de água:** utilizou-se o método padrão da estufa a  $105 \pm 3$  °C proposto pela Regra para Análise de Sementes (Brasil, 2009).

**Germinação:** conduzido com 8 repetições de 50 sementes, distribuídas em duas folhas de papel germiteste umedecidas com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco. Após a semeadura, os rolos de papel foram acondicionados em sacos plásticos e levados a câmara de desenvolvimento biológico (B.O.D), com temperatura constante de 25 °C. A avaliação de germinação foi realizada no 4 e no 10 dia após a semeadura (DAS), e os resultados foram expressos em percentagem média de plântulas normais (Brasil, 2009).

**Vigor ou Primeira contagem:** realizado conjuntamente com o teste de germinação, onde foi determinada a percentagem de plântulas normais no 4 DAS, após a instalação do teste.

**Comprimento da radícula e parte aérea:** foram avaliados o comprimento médio de 10 plântulas normais obtidas a partir da semeadura de oito repetições contendo 20 sementes, semeadas em duas linhas desencontradas no terço superior do papel umedecido. Os rolos contendo as sementes permaneceram em câmara de germinação por sete dias, à temperatura de 25 °C, quando então o comprimento da radícula, e o comprimento da parte aérea foram medidos com o auxílio de uma régua milimétrica Nakagawa (1999).

**Envelhecimento acelerado:** foram utilizadas para cada amostra de sementes quantidade suficiente para distribuí-las de maneira uniforme sobre uma tela de alumínio fixada no interior de caixas plástica tipo gerbox (mini-câmara). No interior dessas minicâmaras foram colocados 40 mL de água destilada e, em seguida, as caixas plásticas foram transferidas para uma estufa com aquecimento e circulação com temperatura de 42 °C, onde permaneceram durante 48 h. Após esse período, oito repetições de 50 sementes foram submetidas ao teste de germinação, em B.O.D., regulada sob luz constante e



temperatura de 25 °C, por 4 dias, computando-se a porcentagem de plântulas normais para cada lote (Marcos Filho et al., 1987).

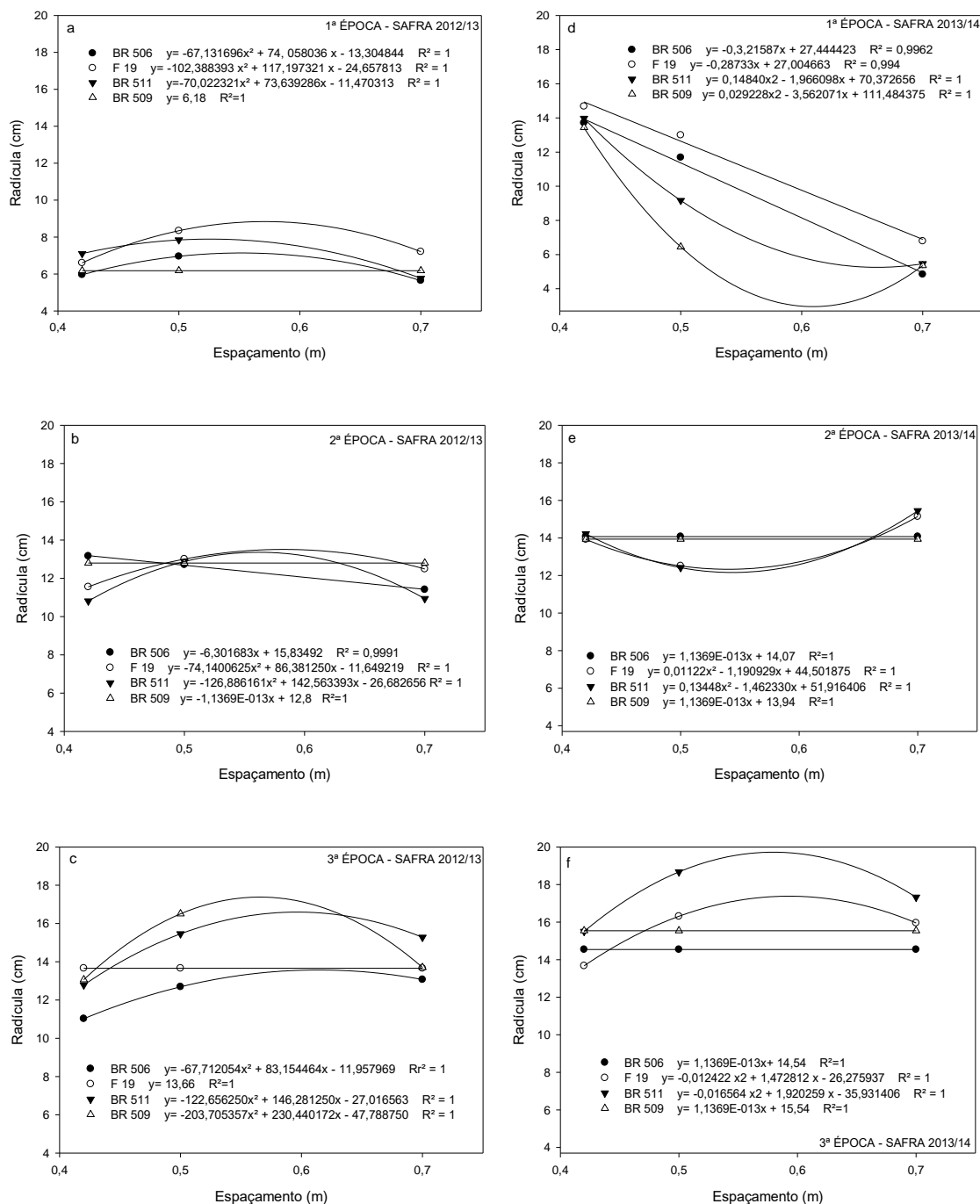
Os dados foram submetidos à análise dos pressupostos matemáticos (aditividade, normalidade, heterogeneidade da variância e independência dos erros). As características que violaram as pressuposições foram transformadas em  $\arcsen\sqrt{x/100}$  (arco-seno). Posteriormente os dados foram submetidos à análise de variância e nas médias que apresentaram significância foi aplicado o teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Utilizou-se o software SISVAR (Ferreira, 2003).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A maioria dos materiais genéticos de sorgo requerem temperaturas superiores a 21 °C para um bom crescimento e desenvolvimento e, de uma forma geral, temperaturas superiores a 38 °C ou inferiores a 16 °C limitam o desenvolvimento da maioria das cultivares (Landau; Sans, 2008; EMBRAPA, 2011). Os valores de temperaturas do ar observados no decorrer das três épocas de semeadura nos dois anos de cultivo situam-se dentro da faixa de valores indicados pela literatura como não limitantes a produção do sorgo.

As precipitações pluviométricas foram bem distribuídas ao longo do ciclo da cultura, totalizando um valor de 874 mm na primeira época, 902,4 mm e 901,3 mm na segunda e terceira época, respectivamente, na safra 2012/13. Na safra 2013/14 na primeira época foi de 876,0 mm e 929,8 na segunda e na terceira de 697,6 mm, satisfazendo as necessidades hídricas da cultura do sorgo que é de 500 mm, conforme Albuquerque et al. (2011).

Para o comprimento de radícula os menores valores ocorreram na primeira época (2012/13) e os maiores na segunda e terceira época, e as cultivares BR509 na segunda época e a F19 na terceira época desta safra não diferiram em relação ao espaçamento. Na safra seguinte 2013/14 a tendência se manteve, mostrando que a segunda e terceira época apresentaram maiores comprimentos e o BR509 na segunda e terceira época não diferiram em relação ao espaçamento (Figura 1).



**Figura 1.** Desdobramento da interação época de cultivo x cultivar x espaçamento safra 2012/2013 (a, b, c) safra 2013/2014 (d, e, f) para a variável comprimento da radícula de quatro cultivares de sorgo sacarino cultivados em diferentes épocas de semeadura e espaçamento, Santa Maria, RS, 2015. Fonte: os autores.

Os resultados desta avaliação demonstram interferência do fator época de semeadura nesta variável analisada. Avaliando a possibilidade de utilização do teste de comprimento de plântulas como um método de vigor para classificar lotes de sementes Guedes et al. (2009) concluíram que, o comprimento de plântulas, ou de parte delas, dado pelo número de sementes colocadas em teste é mais sensível para

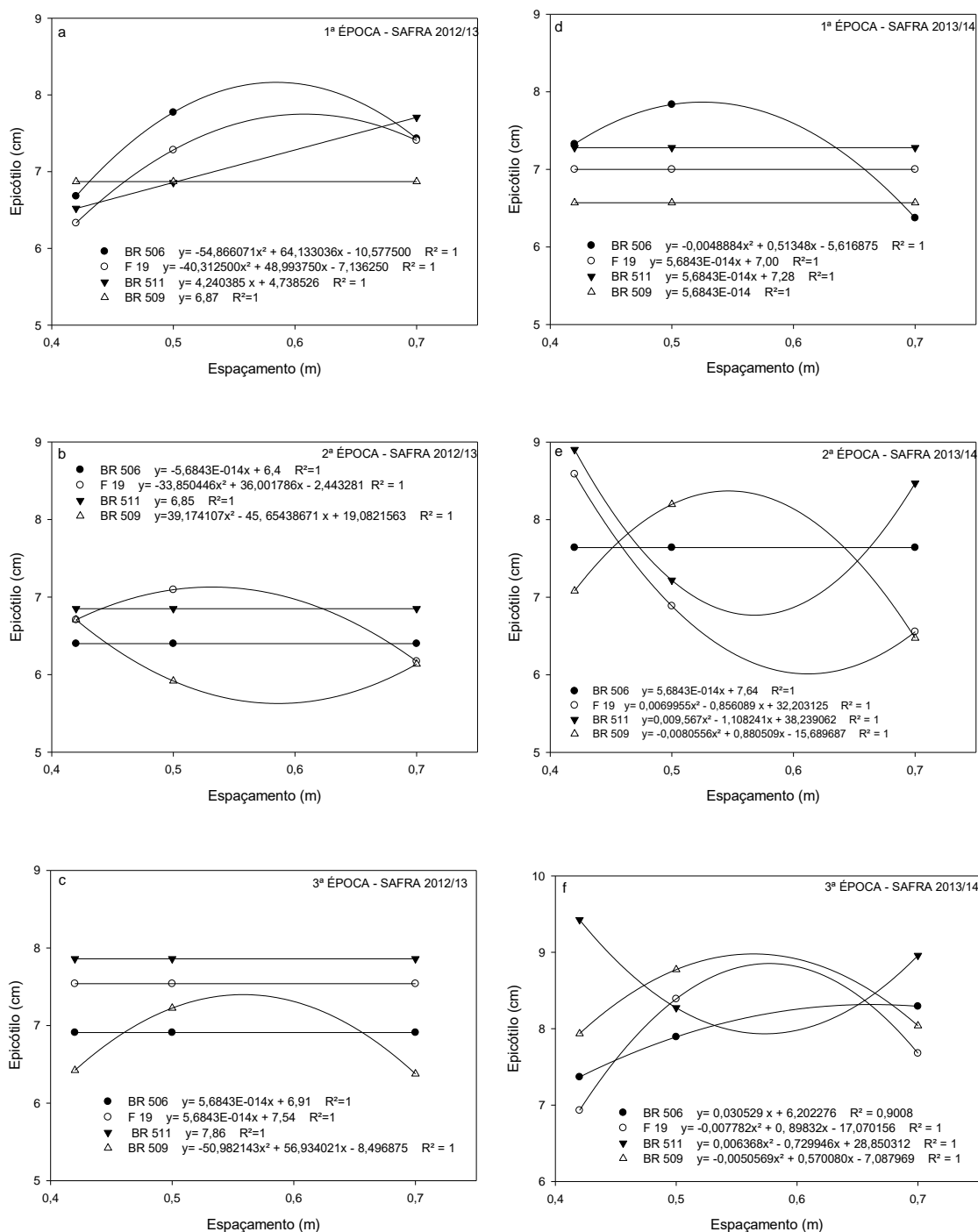
classificar lotes com diferenças sutis de qualidade fisiológica, em comparação com a forma tradicional de expressar o comprimento com base no número de plântulas normais obtidas no final do teste.

A análise do comprimento do epicótilo mostrou que o espaçamento não influenciou no comprimento do epicótilo, visto a tendência de ausência de resposta. Ao avaliar o comportamento das cultivares em relação ao comprimento do epicótilo observou-se que, no primeiro ano de cultivo nas três épocas de semeadura, não foram evidenciadas diferenças que caracterizasse a melhor cultivar.

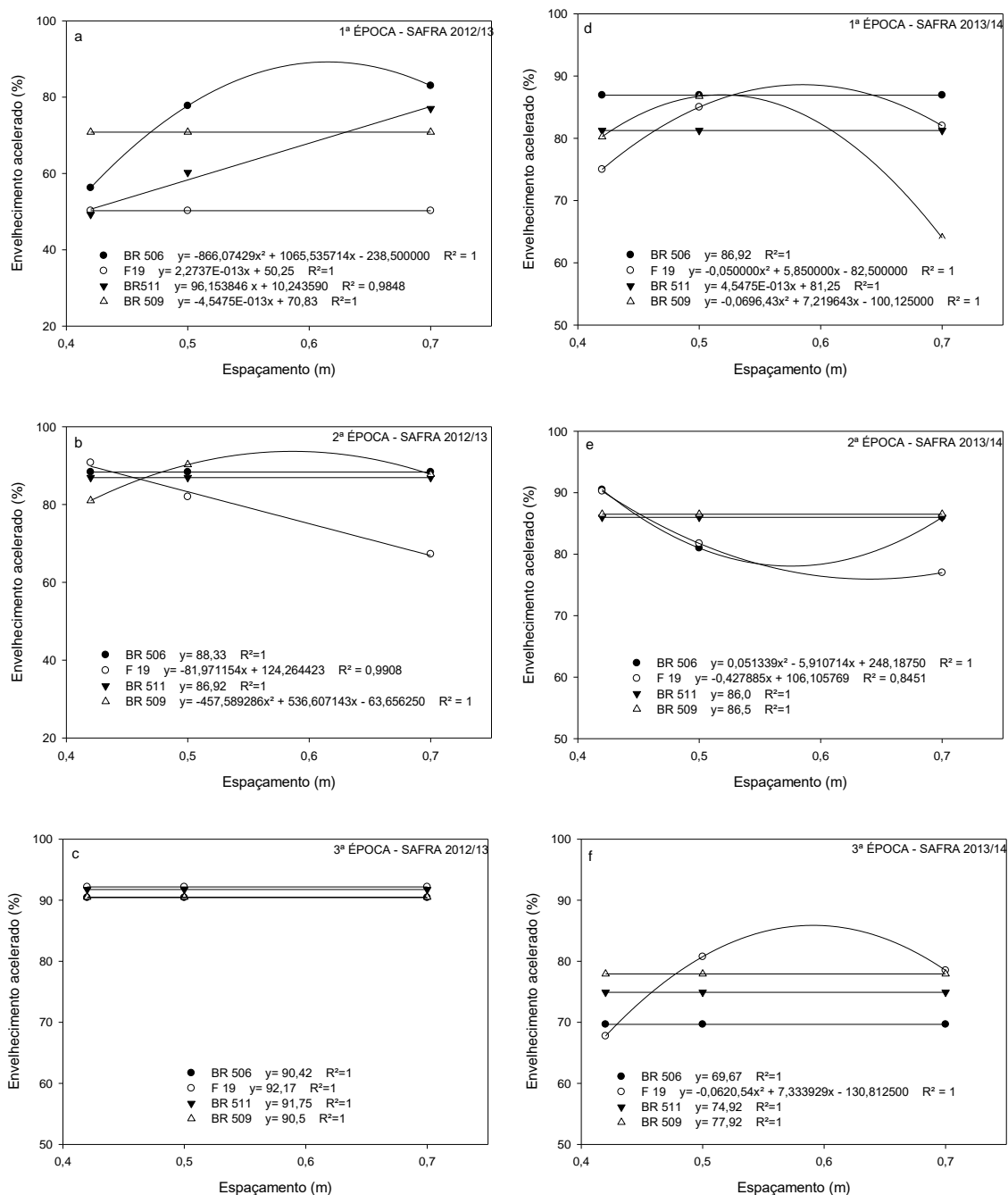
No segundo ano, na segunda e terceira época, a cultivar BR511 apresentou resultados superiores em relação as demais cultivares. Ao analisar o efeito das épocas de semeadura, os resultados demonstram que a terceira época do primeiro ano de cultivo e a segunda e terceira época do segundo ano, os comprimentos do epicótilo da maioria das cultivares foram maiores (Figura 2). Mota et al. (2000) observaram que na soja (*Glycine max* (L) Merrill) existem diferenças de comportamento entre cultivares quanto ao crescimento das plântulas e que os resultados devem ser interpretados dentro de cada cultivar.

Nobrega e Vieira (1995) avaliaram cultivares de soja quanto ao comprimento do epicótilo sob condições de laboratório e de casa de vegetação, e concluíram que o comprimento do hipocótilo das várias cultivares relaciona-se com maior e menor vigor das sementes e pode ser influenciado pela cultivar. Já Rossini et al. (1995), avaliaram 26 cultivares de soja verificaram que ocorreram variações no comprimento do hipocótilo de uma mesma cultivar proveniente de diferentes locais de produção.

Vanzolini et al. (2007) verificaram que o lote com menor qualidade fisiologia pela avaliação do comprimento de plântulas, na avaliação de massa seca de plântulas após a germinação em areia foi observado uma maior transferência de matéria para a plântula em formação. Estes autores verificaram também, que embora o comprimento da plântula ou de suas partes tenha apresentado diferenças significativas entre os lotes, somente o comprimento da raiz foi mais sensível para diferenciar lotes de soja. No presente trabalho, foi observado que as cultivares, F19 e BR506 foram mais responsivas, comportamento predominante em quase todas as épocas de semeadura, nos dois anos de cultivo.



**Figura 2.** Desdobramento da interação época de cultivo x cultivar x espaçamento safra 2012/2013 (a, b, c) safra 2013/2014 (d, e, f) para a variável comprimento do epicótilo de quatro cultivares de sorgo sacarino cultivados em diferentes épocas de semeadura e espaçamento, Santa Maria, RS, 2015. Fonte: os autores.



**Figura 3.** Desdobramento da interação época de cultivo x cultivar x espaçamento safra 2012/2013 (a, b, c) safra 2013/2014 (d, e, f) para a variável envelhecimento acelerado de quatro cultivares de sorgo sacarino cultivados em diferentes épocas de semeadura e espaçamento, Santa Maria, RS, 2015. Fonte: os autores.

O teste de envelhecimento acelerado segundo Marcos Filho (2015) é um dos mais sensíveis e eficiente dentre os disponíveis para avaliação do vigor de sementes, de diversas espécies. Os resultados do teste envelhecimento mostram que a cultivar BR511 foi menos responsiva ao espaçamento enquanto que o F19 foi mais responsivo, comportamento observado nas épocas de semeadura principalmente no segundo ano de cultivo. Foi observado que não diferiram em relação ao espaçamento, nas terceiras épocas

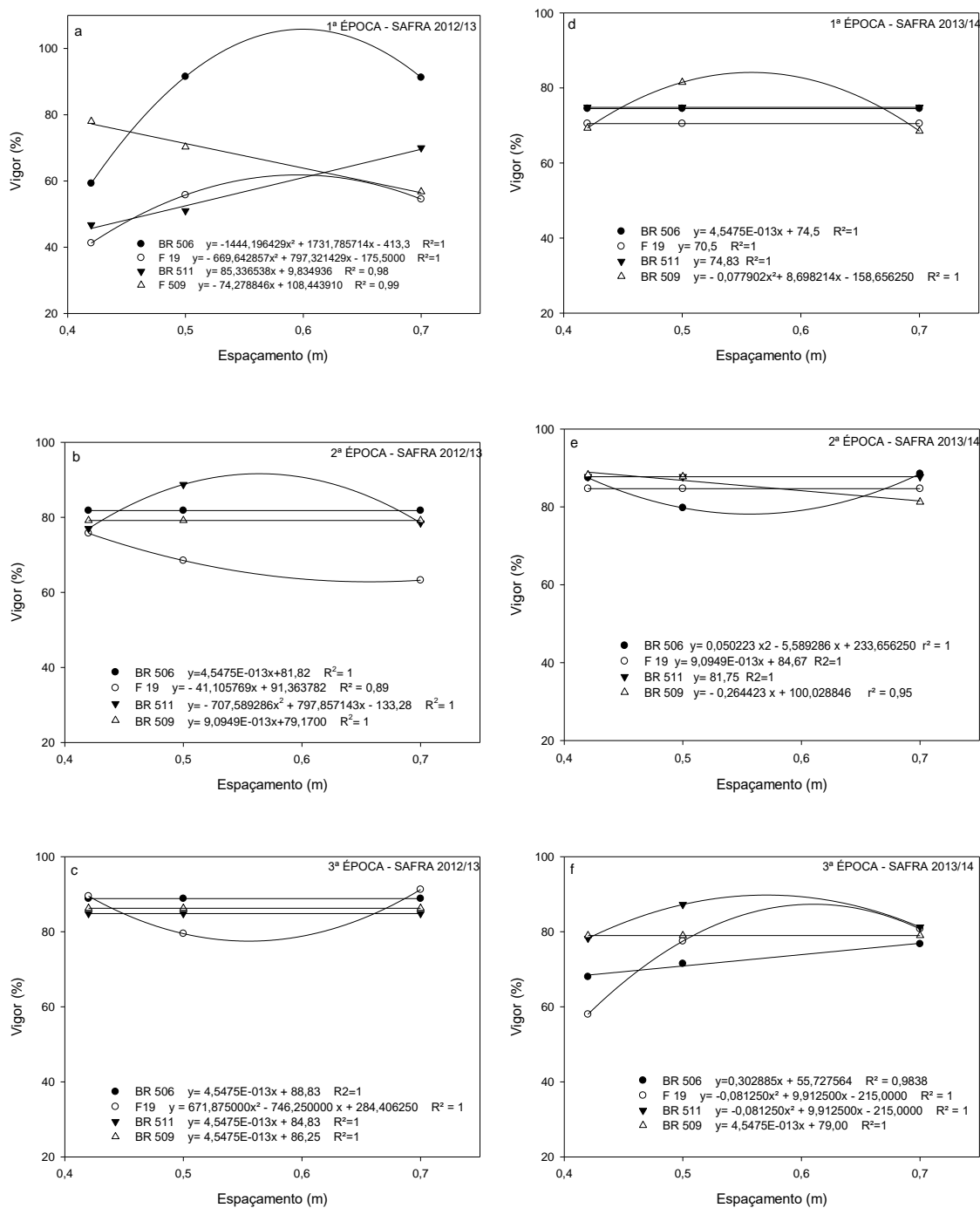
dos dois anos de cultivo para todas as cultivares, exceto F19 no segundo ano (Figura 3). Estes resultados mostram que, embora tenham ocorrido algumas diferenças em relação aos espaçamentos, estas não foram expressivas o suficiente para discriminar qual espaçamento apresentou os melhores resultados.

Os resultados deste teste de vigor foram significativos, uma vez que os percentuais ficaram acima de 80% na segunda e terceira época safra 2012/2013 e primeira e segunda época safra 2013/2014 nas quatro cultivares com poucas exceções. Entretanto, os resultados da terceira época do primeiro ano e a segunda do segundo ano de cultivo foram os melhores, estes resultados vêm confirmar os demais resultados dos testes de vigor anteriormente discutidos, que o efeito de época de semeadura afeta a qualidade fisiológicas das sementes de sorgo sacarino.

Fanan et al. (2006) avaliaram a sensibilidade dos testes de envelhecimento acelerado para identificar diferenças entre níveis de vigor de lotes de sementes de trigo (*Triticum* spp.) concluíram que envelhecimento acelerado pelo método tradicional (100% UR), tanto a 43 °C como a 45 °C proporcionou informações semelhantes às indicações do teste de germinação. Marco Filho et al. (1984) avaliaram a qualidade fisiológica das sementes de oito lotes de sementes de soja e suas relações com a emergência das plântulas em campo. Verificaram que, envelhecimento acelerado revelou superioridade do vigor de determinados lotes em relação aos demais, em todas as épocas.

Após a submissão das sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) ao envelhecimento acelerado, Coelho et al. (2010), verificaram um decréscimo acentuado tanto no percentual de germinação como no comprimento da raiz primária em função do estresse causado por elevada temperatura e umidade. Contudo, as respostas foram diferentes entre os genótipos, o que permitiu detectar o efeito do genótipo sobre o vigor das sementes.

No primeiro ano de cultivo os maiores percentuais do teste de vigor (primeira contagem), ocorreu na terceira época, a cultivar F19 apresentou maior variação em relação ao espaçamento e também apresentou os maiores percentuais no espaçamento 0,70 m (Figura 4). As demais cultivares não diferiram em relação ao espaçamento. Neste ano de cultivo, os menores percentuais de vigor ocorreram na primeira época.



**Figura 4.** Desdobramento da interação época de cultivo x cultivar x espaçamento safra 2012/2013 (a, b, c) safra 2013/2014 (d, e, f) para a variável vigor de quatro cultivares de sorgo sacarino cultivados em diferentes épocas de semeadura e espaçamento, Santa Maria, RS, 2015. Fonte: os autores.

No segundo ano de cultivo, os melhores percentuais de vigor (Figura 4) foram observados na segunda época, as cultivares F19, BR511 e BR509 não diferiram nos espaçamentos, já o BR506, apresentou diferenças no percentual de vigor em função do espaçamento, sendo o maior no espaçamento 0,42 m. Embora tenham ocorrido diferenças nos percentuais de vigor das cultivares, estas não foram suficientes

para caracterizar a cultivar de melhor vigor. A mesma constatação pode ser feita em relação ao espaçamento, aonde na maioria das vezes o vigor das cultivares não diferiu em relação ao espaçamento, pois, em poucas situações foi observado diferença nos resultados em função dos espaçamentos. Já, com relação a época de semeadura, os resultados estão mais visíveis destacando a terceira época no primeiro ano e a segunda no segundo ano de cultivo, com resultados superiores em todas as cultivares.

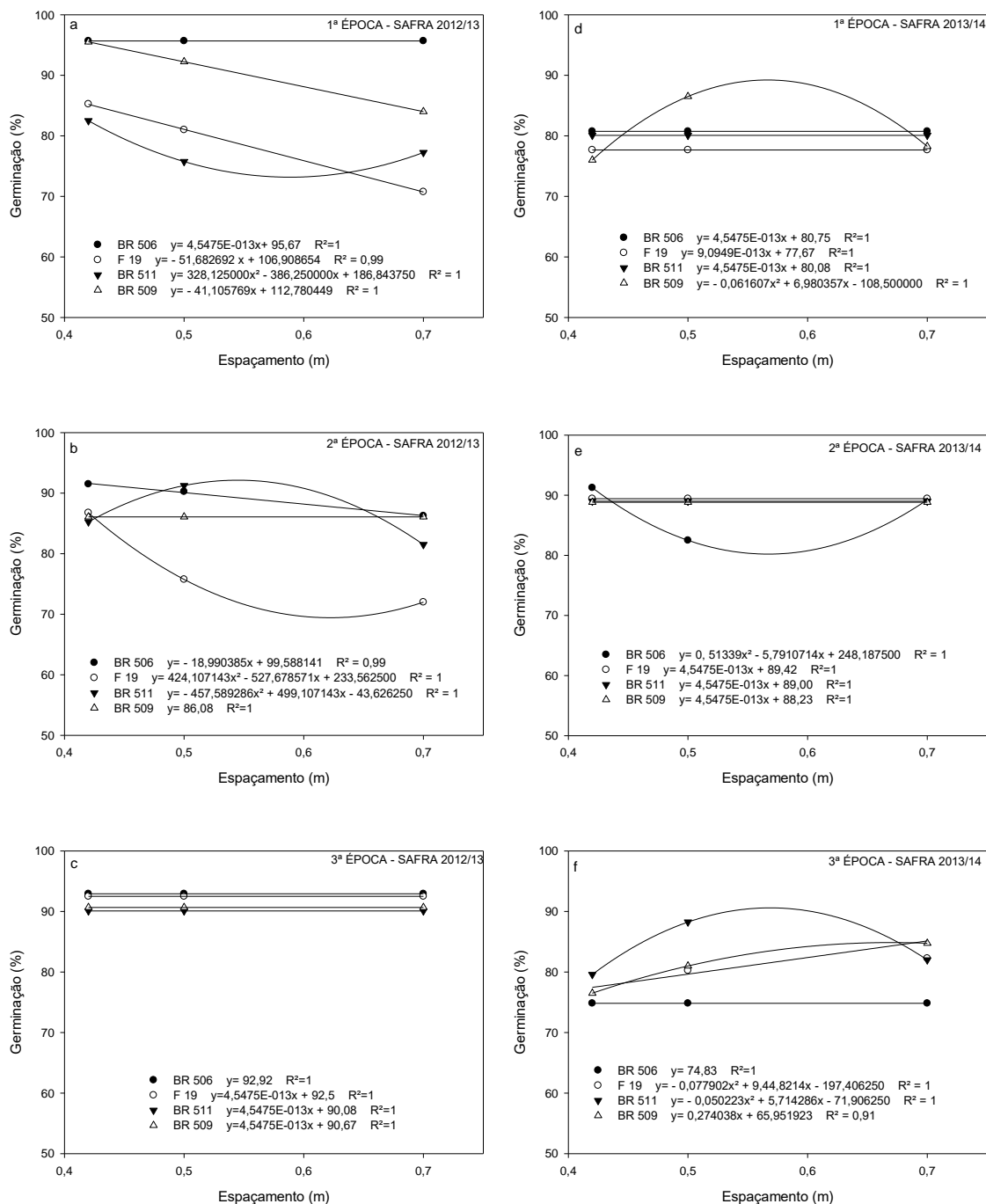
A instalação de uma cultura geralmente é efetuada com base nos resultados do teste de germinação. O percentual de germinação exigido para comercialização é de 80% (Brasil, 2013). Com base nestas informações observa-se que (Figura 5) as cultivares que apresentaram percentuais abaixo 80% safra 2012/2013 na primeira época, foram o F19 no espaçamento 0,70 m, e o BR511 nos espaçamentos 0,50 m e 0,70 m. Na segunda época somente o F19 nos espaçamentos 0,50 m e 0,70 m. Na terceira todos as cultivares atingiram percentuais acima de 80% e não diferiram em relação ao espaçamento.

Avaliando a qualidade fisiológica de cultivares de soja produzidas em três épocas de semeadura, Pereira et al. (2000) concluíram que a época de semeadura interfere no vigor das sementes e citam que, o decréscimo do poder germinativo e do vigor em sementes produzidas nas semeaduras fora da época convencional, deve-se principalmente à maior incidência de danos mecânicos nas sementes provenientes da semeadura retardada.

Carvalho et al. (1998) avaliaram o efeito dos espaçamentos entre fileiras e época da semeadura na qualidade fisiológica de sementes de cultivares de feijão. Verificaram o efeito significativo de época de semeadura somente em um dos anos de cultivo e os espaçamentos entre fileiras não apresentou efeito significativo em nenhum dos dois anos. Bhering et al. (1991) visando a produção de sementes de soja verificaram que, nenhum outro fator cultural isolado influencia tanto o desenvolvimento e a produção quanto a época de semeadura. Ao avaliar a qualidade das sementes de soja, proveniente de três cultivares, três populações, três espaçamentos em quatro localidades. Maeda et al. (1983) confirmam diferença de vigor entre as cultivares e nos espaçamentos maiores os resultados foram superiores em relação ao menor.

Na safra (2013/2014) não atingiram o percentual de 80% na primeira época, o F19 nos três espaçamentos e o BR509 nos espaçamentos 0,42 m e 0,70 m. Na segunda época todas as cultivares atingiram os percentuais acima de 80%, exceto o BR506 as demais cultivares não diferiram entre espaçamentos. E na terceira época não atingiram percentuais de 80% de germinação os cultivares BR506 nos três espaçamentos, e as demais cultivares no espaçamento 0,42. Com base na análise evidenciou-se que, as cultivares BR506 e BR509 apresentaram percentuais acima de 80% nas três épocas do primeiro ano, e o BR511 no segundo ano nas três épocas. Em muitas situações os percentuais de germinação não diferiram em relação ao espaçamento. Isto mostra que, o espaçamento entre fileiras não interfere nesta avaliação.





**Figura 5.** Desdobramento da interação época de cultivo x cultivar x espaçamento safra 2012/2013 (a, b, c) safra 2013/2014 (d, e, f) para a variável germinação de quatro cultivares de sorgo sacarino cultivados em diferentes épocas de semeadura e espaçamento, Santa Maria, 2015. Fonte: os autores.

Embora tenham ocorrido variações no percentual de germinação entre cultivares, fica evidente a influência da época de semeadura na qualidade fisiológica das sementes de sorgo, tendo em vista que, na terceira época do primeiro ano e a segunda do segundo ano de cultivo todas as cultivares apresentaram percentuais acima de 80%. Sá et al. (1997) citam que, a seleção da melhor época de cultivo para uma

cultivar, pode viabilizar a obtenção de sementes com qualidade superior, evitando fatores desfavoráveis do ambiente. Nakagawa et al. (1984) observaram que, a germinação, o vigor e a emergência de plântulas no campo, de três cultivares de soja aumentaram nas sementes obtidas da primeira e última época de semeadura.

Maeda et al. (1983), não verificaram diferenças na germinação de sementes de soja proveniente de diferentes espaçamentos. Tekrony et al. (1980) citam que, a redução da germinação e do vigor das sementes varia de acordo com a época de semeadura e com as condições de temperatura, umidade relativa e precipitação pluvial durante as fases de maturação e colheita.

## CONCLUSÕES

Os testes de vigor indicam que sementes de qualidade são produzidas, principalmente em novembro e dezembro, em qualquer um dos espaçamentos considerados, independente da cultivar utilizada.


## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albuquerque CJB et al. (2011). Espaçamento e densidade de semeadura para cultivares de sorgo granífero no semiárido. *Bragantia*, 70(2): 278-285.
- Bhéring MC et al. (1991). Influência de épocas de plantio sobre a qualidade fisiológica das sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). *Revista Ceres*, 38(219): 409-421.
- Brasil (2009); Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Brasília: MAPA. 399p.
- Brasil (2013). Instrução Normativa n.º 45, de 17 de setembro de 2013. Diário Oficial da União, seção 1, n.181, p.6- 36.
- Carvalho MA et al. (1998). Efeito do espaçamento e época de semeadura sobre o desempenho do feijão. II Qualidade fisiológica das sementes. *Revista Brasileira de Sementes*, 20(1): 202-208.
- Carvalho NM, Nakagawa J (2000). Sementes: ciência, tecnologia e produção. 4 ed. Jaboticabal: Funep. 588p.
- Coelho CMM et al. (2010). Potencial fisiológico em sementes de cultivares de feijão crioulo (*Phaseolus vulgaris* L.). *Revista Brasileira de Sementes*, 32(3): 097-105.
- CONAB (2014). Companhia Nacional de Abastecimento 2014. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/>>. Acesso em: 10/02/2014.
- EMBRAPA (2011). Embrapa Milho e Sorgo. Sistemas de produção 2 cultivo de sorgo. Disponível em: <<http://www.cnpms.embrapa.br/>>. Acesso em: 07/02/ 2014.

- EMBRAPA (2012). Sistema Agroindustrial do Sorgo Sacarino no Brasil e a Participação Público Privada: Oportunidades, Perspectivas e Desafios. Documentos 138. Sete Lagoas: EMBRAPA. 77p.
- Fanan S et al. (2006). Avaliação do vigor de sementes de trigo pelos testes de envelhecimento acelerado e de frio Revista Brasileira de Sementes, 28(2): 152-158.
- Ferreira DF (2003). Programa SISVAR: sistema de análise de variância: versão 4,6 (Build 6,0). Lavras: DEX/UFLA, 2003.
- Franzin SM et al. (2004). Métodos para avaliação do potencial fisiológico de sementes de alface. Revista Brasileira de Sementes, 26(2): 63-69.
- Gaspar CM, Nakagawa J (2002). Teste de condutividade elétrica em função do período e da temperatura de embebição para sementes de milho. Revista Brasileira de Sementes, 24(2): 82-89.
- Guedes RS et al. (2009). Teste de comprimento de plântula na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Erythrina velutina Willd* Semina: Ciências Agrárias,30(4): 793-802.
- Heldwein AB et al. (2009). O clima de Santa Maria, RS. Ciência & Ambiente, 38(1): 43-58.
- Krzyzanowski FC et al. (1999). Vigor de Sementes: conceitos e testes. Londrina: ABRATES. 218p.
- Landau CE, Sans LMA (2008). Embrapa Milho e Sorgo. Sistemas de produção 2 cultivo de sorgo. Disponível em:<<http://www.cnpms.embrapa.br/>>. Acesso em: 21/01/2015.
- Lima MA et al. (2011). Viabilidade econômica e arranjos produtivos. Agroenergia em Revista, 2(3): 43-45.
- Maeda JA et al. (1983). Influência de cultivares, espaçamentos e localidades na qualidade da semente de soja. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 18(3): 515-518.
- Marcos Filho J et al. (1984). Emergência das plântulas em campo Pesquisa Agropecuária Brasileira, 19(5): 605-613.
- Marcos Filho J et al. (1987). Avaliação da qualidade de sementes. Piracicaba: FEALQ, 230p.
- Marcos Filho J. Fisiologia de plantas cultivadas. Piracicaba. FEALQ. 495p.
- May A, Durães FOM (2012). Sistema Embrapa de Produção Agroindustrial de Sorgo Sacarino para Bioetanol Sistema BRS1G. Tecnologia Qualidade Embrapa. Documentos 139. Sete Lagoas: EMBRAPA. 120p.
- Motta SI et al. (2000). Qualidade fisiológica de sementes de soja provenientes de diferentes épocas de semeadura Revista Brasileira de Sementes, 22(2): 257-267.
- Nakagawa J (1999). Testes de vigor baseados no desempenho de plântulas. Krzyzanowski FC et al. (Org.) Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: ABRATES. 218p.
- Nakagawa J et al. (1984). Efeito da semeadura na qualidade de sementes de três cultivares de soja, em Botucatu- SP. Revista Brasileira de Sementes, 6(1): 1-20.

- Nóbrega LHP, Vieira RD (1995). Avaliação e classificação de cultivares de soja, quanto ao comprimento do Hipocótilo, sob condições de laboratório e de casa de vegetação. *Revista Brasileira de Sementes*, 17(2): 160-164.
- Pereira EBC et al. (200). Qualidade de sementes de cultivares precoces de soja produzidas em três épocas Pesquisa Agropecuária Brasileira, 35(8): 1653-1662.
- Rossini MC et al. (1995). Caracterização de 26 cultivares de soja *Glicine max* (L.) Merrill recomendadas para a Região Sul- Brasil. *Revista Brasileira de Sementes*, 17(2): 227-235.
- Sá ME et al. (1997). Efeitos de épocas de semeadura sobre a produção e qualidade fisiológica de sementes de nove cultivares de arroz irrigado por aspersão. *Revista Brasileira de Sementes*, 19(2): 244-253.
- Teixeira CG et al. (1997). Utilização do sorgo sacarino como matéria-prima complementar à cana-de-açúcar para obtenção de etanol em microdestilaria. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 17(3): 248-251
- Tekrony DM et al. (1980). Effects of field weathering on the viability and on vigor of soybean seed. *Agronomy Journal*, 72(5): 749-753.
- Vanzolini S et al. (2007). Teste de comprimento de plântula na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja. *Revista Brasileira de Sementes*, 29(2): 90-96.
- Vieira RD (1994). Teste de condutividade elétrica. Vieira RD, Carvalho NM (Org.). Jaboticabal: FUNEP. 103-139p.

## Germinação de sementes e desenvolvimento inicial de plantas de sorgo sob concentrações de cobre

 10.46420/9786588319437cap4

Rafaella Gai dos Santos<sup>1\*</sup>   
Eduardo José Ludwig<sup>2</sup>   
Janine Farias Menegaes<sup>3</sup>   
Joner Silveira Dalcin<sup>4</sup>   
Mariane Comiran<sup>5</sup>   
Natalia Tobin Aita<sup>5</sup>   
Tiéle Stuker Fernandes<sup>4</sup>   
Ubirajara Russi Nunes<sup>6</sup> 

### INTRODUÇÃO

O sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), pertencente à família Poaceae, é o quinto cereal mais cultivado no mundo, vindo logo depois do trigo (*Triticum* spp.), do arroz (*Oryza sativa* L.), do milho (*Zea mays* L.) e da cevada (*Hordeum vulgare* L.) (FAO, 2007; CONAB, 2015). É uma gramínea anual, com colmos eretos, dispostos em forma de touceira e suculentos; folhas com 25 a 50 mm de largura e 50 a 100 cm de comprimento, sua inflorescência é uma espiga terminal, contraída ou não, com curtas ramificações. Adaptada ao clima temperado e tropical, com ciclo vegetativo curto, podendo ser cultivada em solos arenosos (Magalhães et al., 2000; Lima Filho, 2014).

Nos países da África, o sorgo é uma das principais fontes de amido para a alimentação humana, porém no Brasil é utilizado, principalmente, na alimentação animal como planta forrageira. Nessa última categoria, a planta pode ser utilizada de diversas formas: seus grãos em formulações de concentrados para monogástricos e ruminantes; a planta inteira, cortada verde, silagem e, ainda na forma de pastejo (FAO, 2007).

A atual planta de sorgo é resultado de muita pesquisa e domesticação feita pelo homem, assim se apresentam com finalidades diferentes, como granífero, sacarino, vassoura e forrageiro. Dentre as forragens, mais comumente disponibilizadas para o consumo animal, o sorgo forrageiro foi introduzido em diversas regiões, principalmente onde havia dificuldade na produção de outros tipos de cereais visando

<sup>1</sup> Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Agricultura de Precisão.

<sup>2</sup> UFSM, Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Agronomia.

<sup>3</sup> UFSM, Dr.<sup>a</sup> Docente voluntária do Departamento de Fitotecnia.

<sup>4</sup> Dr.(a) colaborador(a).

<sup>5</sup> M.e. colaboradora.

<sup>6</sup> UFSM, Dr. Docente do Departamento de Fitotecnia.

\*Autor correspondente: rafaellagai7@gmail.com

esta mesma destinação. Em locais com escassez hídrica, por exemplo, a cultura do milho não expressa seu potencial produtivo tal qual o sorgo forrageiro, pois esse é considerado rústico e de elevado potencial de produção (Ribas, 2003; Pereira Filho et al., 2015).

Visando encontrar maiores informações quanto a adaptabilidade do sorgo forrageiro a diferentes condições de cultivo, acompanhou-se o desenvolvimento das plântulas e plantas de sorgo submetidas à diferentes doses de cobre (Cu). O micronutriente em questão é um cátion ativador e componente de enzimas, auxilia na fotossíntese e transpiração da planta. Dependendo de sua concentração, pode atuar de maneira tóxica no vegetal, ao modo que inibi a absorção de outros cátions (Kabala; Singh, 2001; LABORSOLO, 2003) afetando o balanço nutricional da planta e, conseqüentemente, seu desempenho produtivo.

O cobre é considerado um micronutriente essencial para as plantas, mas também é um metal pesado, por possuir densidade igual a  $8,96 \text{ g cm}^{-3}$ , a alta concentração de cobre na solução do solo pode ser tóxica às plantas, aos animais e aos homens. Esse elemento pode proporcionar alterações drásticas nos tecidos vegetais, em nível bioquímico e fisiológico, os quais podem resultar em perdas consideráveis para o potencial produtivo das plantas (King, 1996; Faust; Christians, 2000).

A interação do cobre no solo é um processo físico-químico importante na redução de sua mobilidade e, conseqüentemente, da sua disponibilidade. Entretanto o tipo de solo, aliado às práticas agrícolas que proporcionem alterações de pH (pH ácido → aumenta solubilidade do cobre) e perda de matéria orgânica do solo, facilita a mobilidade desse elemento e, conseqüentemente, a contaminação do lençol freático (Alva et al., 2000; Kabala; Singh, 2001).

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a germinação de sementes e o desenvolvimento inicial de sorgo submetidos a diferentes concentrações de Cu.

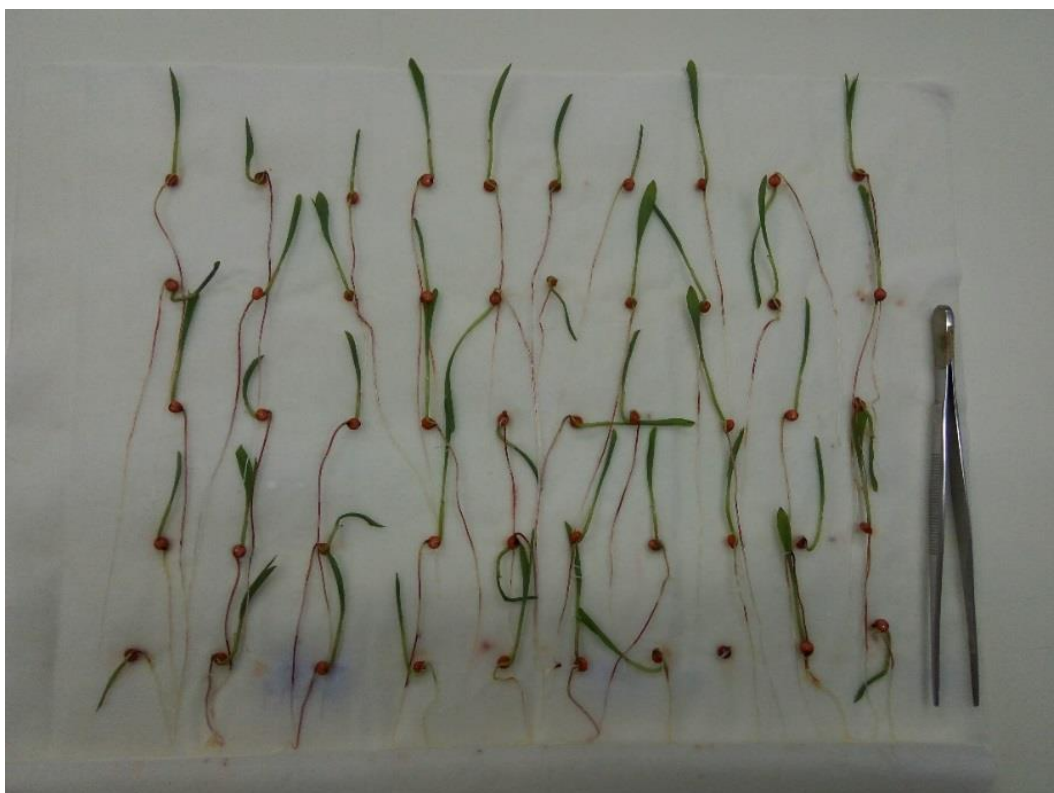
## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi desenvolvido no período de setembro a dezembro de 2016, em duas etapas, a primeira no Laboratório Didático de Pesquisa em Sementes e a segunda na estufa do Setor de Olericultura, ambos no Departamento de Fitotecnia no Campus 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% (Alvares et al., 2013).

Na primeira etapa, no Laboratório Didático de Pesquisa em Sementes, adotou-se o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x5 (substratos e concentrações de Cu), com quatro repetições de 50 sementes. Os substratos foram papel germiteste e areia de textura média, essa última

isenta de impurezas, fungos e bactérias, passou pela tríplice lavagem e esterilização em laboratório. As concentrações de Cu foram de 0; 100; 200; 300 e 400  $\mu\text{M}$  na forma de sulfato de cobre ( $\text{CuSO}_4$ ).

O lote de sementes híbridas de sorgo da cultivar forrageiro AG 2501C<sup>®</sup> é oriundo da safra 2015/2016, esse lote apresentava 14,1% de grau de umidade, 25 g de peso de mil sementes (PMS), 43% de primeira contagem (PCG) e 47% de germinação (GER), de acordo com os testes preliminares estabelecidos pelas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009) (Figura 1).



**Figura 1.** Visualização das sementes de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) ao final do Teste Padrão de Germinação. Fonte: os autores.

Na sequência avaliaram-se as características das sementes pelos seguintes testes:

Testes padrão de germinação (TPG): em dois substratos. No primeiro, a semeadura em papel germiteste ocorreu com o umedecimento de 2,5 vezes o seu peso em solução de água destilada contendo a dose de cobre respectiva a cada tratamento (Brasil, 2009). Os rolos foram armazenados em estufa incubadora B.O.D. (Box Organisms Demand) à 25 °C e fotoperíodo de 24 h, durante 10 dias. No segundo, a semeadura em areia ocorreu após a esterilização da mesma, utilizou-se copos plásticos de 200 gramas, as sementes foram alocadas em cada recipiente a 2 cm da superfície e irrigadas com solução de cobre para a manutenção de 70% da capacidade de retenção. Seguindo o teste padrão de germinação e primeira contagem, os frascos foram mantidos em B.O.D. a 25 °C, obedecendo o intervalo de dois dias, efetuou-

se a irrigação seguindo os tratamentos já apresentados. Os resultados foram expressos em percentagem de plântulas normais germinadas aos 4 e 10 dia após a semeadura (DAS), para o teste de vigor em primeira contagem (PCG) e germinação total (GER) (Brasil, 2009).

Teste de comprimento de raiz e parte aérea: utilizando régua milimétrica, avaliou-se o comprimento médio das dez primeiras plântulas normais obtidas a partir do teste de vigor.

Teste de massa seca de raiz e parte aérea: obtida com base nas plântulas em que foram mensurados os comprimentos anteriormente descritos. Separadamente, a porção radicular e parte aérea foram inseridas em sacos de papel e mantidas por 48 h em estufa a 65°C. Após esse período, as amostras foram pesadas em balança digital (0,001 g) Nakagawa (1999).

Na segunda etapa, na estufa do Setor de Olericultura, o experimento foi desenvolvido em delineamento inteiramente casualizado, contendo cinco tratamentos com diferentes doses de Cu em 0; 60; 120; 180 e 240  $\mu\text{M}$ , na forma de  $\text{CuSO}_4$ , com quatro repetições, cada unidade experimental foi constituída de um vaso de 5 kg contendo solo. A semeadura foi efetuada em ambiente de segundo cultivo, sucedendo a cultura da aveia-preta (*Avena strigosa* L.), utilizou-se sete sementes por vaso.

O solo utilizado foi coletado no município de Santana do Livramento, localizado na região sudoeste do estado do Rio Grande do Sul, em área de campo nativo próximo a território de produção de uvas (*Vitis vinifera* L.). Após coletado, foram retiradas amostras e efetuada análise de solos, na sequência foi realizada correção de pH, adubação de fósforo (P) e potássio (K) e determinação de cobre inicial. A partir dos resultados, incubou-se as doses de 0; 60; 120; 180 e 240  $\mu\text{M}$  de cobre na forma de  $\text{CuSO}_4$ , conforme metodologia de Comiram (2017). Posterior a colheita da aveia-preta foi efetuada nova análise de solo e semeadura do sorgo, com as quantidades resultantes de cobre de 1,052; 3,977; 6,778; 10,269 e 13,399  $\text{mg dm}^{-3}$ , para a incubação supracitada de 0; 60; 120; 180 e 240  $\mu\text{M}$ , respectivamente.

Teste de emergência realizado na estufa: os vasos, contendo 5 Kg de solo e as suas respectivas dosagens de  $\text{CuSO}_4$ , foram dispostos aleatoriamente em uma bancada, a semeadura ocorreu a 2 cm de profundidade, ao 10 DAS, foi efetuado o desbaste deixando apenas cinco plantas por vaso. A irrigação com água ocorreu no intervalo de dois dias por meio de pesagem dos vasos, para manter a capacidade de campo em 70% (Kämpf et al., 2006). O experimento foi conduzido por 30 dias, e após a desinstalação do mesmo, efetuou-se a mensuração de teores de clorofilas totais, parâmetros biométricos das plantas e a massa seca de raiz e parte aérea, separadamente.

Conteúdo de clorofilas totais e parâmetros biométricos: utilizou-se o medidor eletrônico de clorofila CLOROFILOG® (Falker) para mensurar o teor de clorofilas totais das plantas de sorgo. A leitura resulta em gramas por área foliar ( $\text{g cm}^{-2}$ ) e foi executada em três plantas por vaso, no terço médio superior da 4ª folha. O parâmetro biométrico foi aferido pela altura dessas plantas e verificado o número de folhas que cada uma apresentava.



Avaliou-se a altura das plantas aferidas por régua milimetrada, a massa seca de raiz e parte aérea foram obtida com base nas plântulas em que foram mensurados os comprimentos anteriormente descritos. Separadamente, a porção radicular e parte aérea foram inseridas em sacos de papel e mantidas por 48 h em estufa a 65 °C. Após esse período, as amostras foram pesadas em balança digital (0,001 g) Nakagawa (1999).

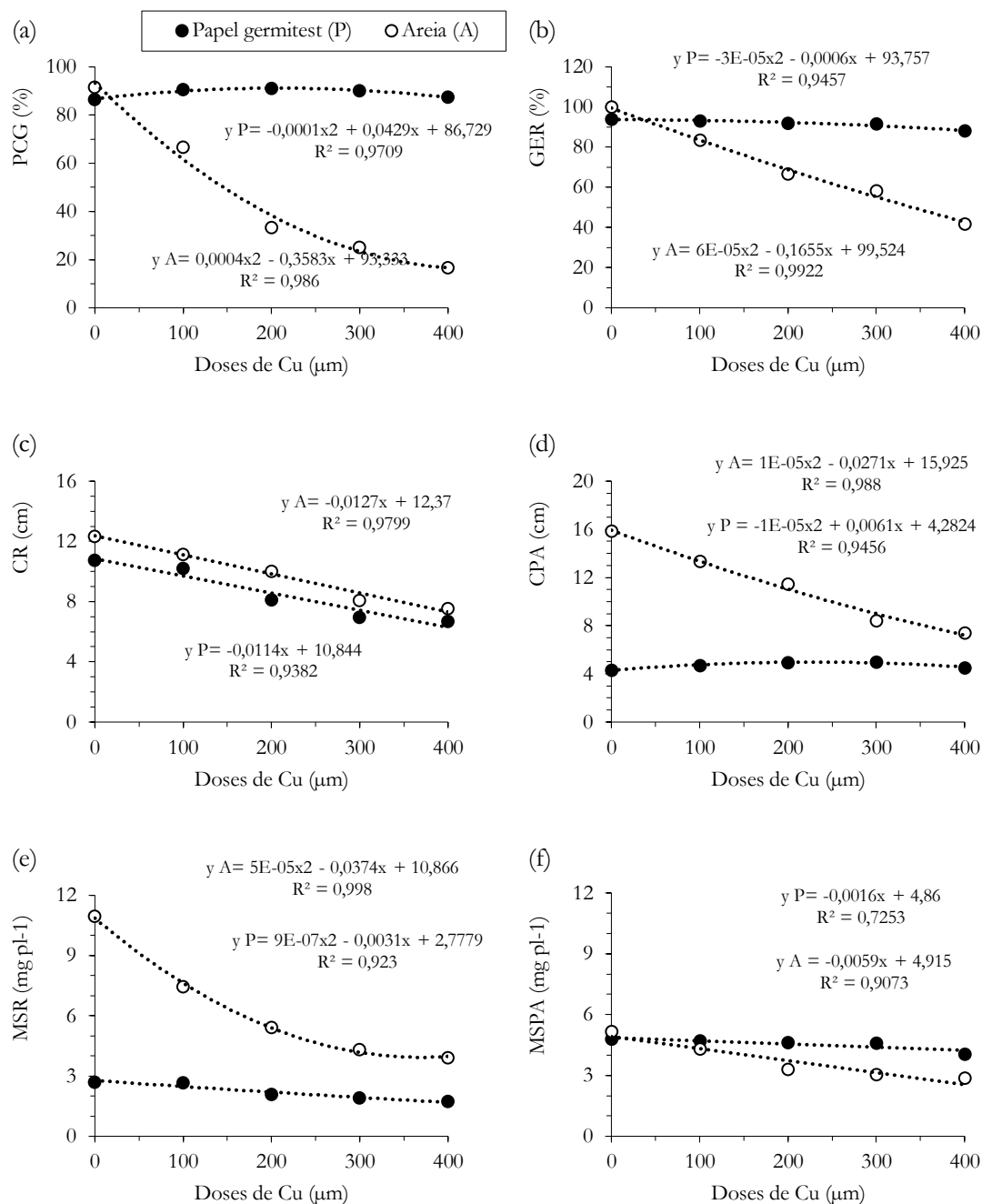
Os dados expressos em porcentagem foram transformados em  $\arcsen\sqrt{x/100}$  (arco-seno). E, a análise de variância (ANOVA) e o análise de regressão ( $p < 0,05$ ) foram realizados pelo programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2014).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### *Germinação de sementes de sorgo em laboratório*

Na Figura 2, verificou-se a decrescente qualidade fisiológica das sementes de sorgo forrageiro acompanhando o crescente acúmulo de Cu no ambiente de cultivo para todas as variáveis analisadas.

Observou-se que o efeito da dosagem de Cu ocasionou decréscimo na primeira contagem do TPG (4 DAS), evidenciando diferença entre os substratos testados (Figura 2a). A emergência em areia foi mais afetada pelas doses de Cu, em virtude da irrigação realizada para a manutenção de 70% da capacidade de retenção, já no substrato papel não houve a necessidade de nova hidratação. Martins (2007) verificou que a germinação de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) nos substratos de papel e areia obtiveram melhores índices de velocidade e porcentagem final de germinação. Corroborando com este trabalho, sorgo forrageiro, o substrato de papel em laboratório apresentou uniformidade de germinação em todas as doses de Cu testadas.



**Figura 2.** a) Primeira contagem (PCG), b) germinação (GER), c) comprimento radicular de plântula (CR), d) comprimento de parte aérea de plântula (CPA), e) Massa seca radicular (MSR) e f) massa seca de parte aérea (MSPA) de sorgo (*Sorghum bicolor*) em função de diferentes doses de cobre, no papel de germiteste e areia. Santa Maria, RS, 2017. Fonte: os autores.

A germinação do sorgo forrageiro em 10 DAS (Figura 2b) no substrato de papel foi similar entre as doses de Cu, já em substrato de areia houve um decréscimo da germinação do sorgo forrageiro em comparação ao substrato de papel nas mesmas condições ambientais. Para Figliolia et al. (1993) e Kämpf et al. (2006), a função da aeração, estrutura, capacidade de retenção de água, entre outros, do substrato influencia diretamente no poder germinativo, podendo favorecer ou não a germinação das sementes.

Também, atribui-se tal redução devido as sucessivas irrigações no substrato areia terem sido com solução de sulfato de cobre, aumentando a concentração resultante.

Observou-se que os comprimentos radiculares nos dois substratos testados foram similares em todas as doses de Cu aplicadas (Figura 2c). Isso se deve a baixa mobilidade do Cu na planta, o qual tende a concentrar-se mais na parte radicular evitando danos fisiológicos em parte aérea da plântula. Pode-se verificar que em parte aérea (Figura 2d) no substrato areia com mais frequência na aplicação de Cu em relação ao substrato de papel.

Na Figura 2e, observou-se maior quantidade de massa seca radicular em plântulas resultantes do teste em substrato de areia, respaldando as informações anteriormente fornecidas. Como observado por Seidel et al. (2009) e Menegaes et al. (2019), o Cu afetou negativamente a produção de matéria seca de plantas de milho e de cravina (*Dianthus chinensis* L.) respectivamente, com menores produções de MSPA devido à fitotoxicidade causada pelo micronutriente (Figura 2f).

O Cu é micronutriente essencial para que as plantas completem seu ciclo vital, ou seja, produzam sementes viáveis (IPNI, 2007). Porém, em excesso, pode prejudicar o bom desenvolvimento das estruturas vegetativas, bem como existem evidências de que este elemento inibe a absorção de zinco (Zn) (Bowen, 1969) e ferro (Fe) (LABORSOLOS, 2013) (Figura 3a). O primeiro exerce papel importante no metabolismo de carboidratos e, conseqüentemente, no crescimento das plantas, portanto a inibição de tal assimilação revela o déficit de desenvolvimento do vegetal. O segundo age como catalisador na constituição da clorofila e na transferência de energia durante o processo de fotossíntese (IPNI, 2007). Dessa forma, em ambos os bloqueios, o resultado é a minimização do crescimento radicular e vegetativo da planta.

Através do aumento da dose de cobre presente nos tratamentos procurou-se ocasionar diferentes níveis de estresse ao sorgo forrageiro, sendo tal termo definido como um estado de tensão de um organismo capaz de ocasionar alterações no comportamento em virtude de uma sobrecarga conforme preconizado por Barceló e Poschenrieder (1992), ou em condições externas que influenciam negativamente o desenvolvimento e a produtividade da planta como exposto por Shinozaki et al., (2015).

De acordo com Couto et al. (2015), que optaram por representar tal excedente devido à utilização de fertilizantes orgânicos que, através de suas sucessivas aplicações, contribuem para o acúmulo de cobre no solo. Além disso, para Brunetto et al. (2014), em função da aplicação de fungicidas cúpricos como a calda bordalesa em videiras, os elementos administrados sob as folhas escoam em direção ao solo, acumulando-se na superfície do último, ocasionando toxidez às plantas.



**Figura 3.** a) Folha jovem de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) retirada do teste de emergência em estufa em que se pode observar a deficiência de Fe ocasionada pelo excesso de Cu na planta tratamento. b) Plântulas de sorgo após TPG em rolos de papel germiteste, cada exemplar situa-se a direita da indicação de seu respectivo tratamento. Fonte: os autores.

Para Faville et al. (1999), o rendimento elevado de uma planta é definido pela sua capacidade em produzir fotoassimilados ou direcionar porções desses carboidratos aos órgãos de interesse comercial. Tratando-se de sorgo forrageiro, a parte aérea da planta é a mais visada e sua produtividade está relacionada à altura da mesma, podendo servir como pastagem verde para animais ou até mesmo para silagem. Para que o vegetal apresente um bom desenvolvimento vegetativo, faz-se necessária eficácia na absorção de nutrientes do solo, para tal processo o desenvolvimento radicular desempenha papel primordial. Na Figura 3b visualiza-se que a elevação da concentração do metal ocasionou gradativa perda de vigor e paralisação do crescimento das raízes. Resultados similares foram observados por LABORSOLOS (2013) e Menegaes et al. (2019) indicando insatisfatório desenvolvimento de parte aérea.

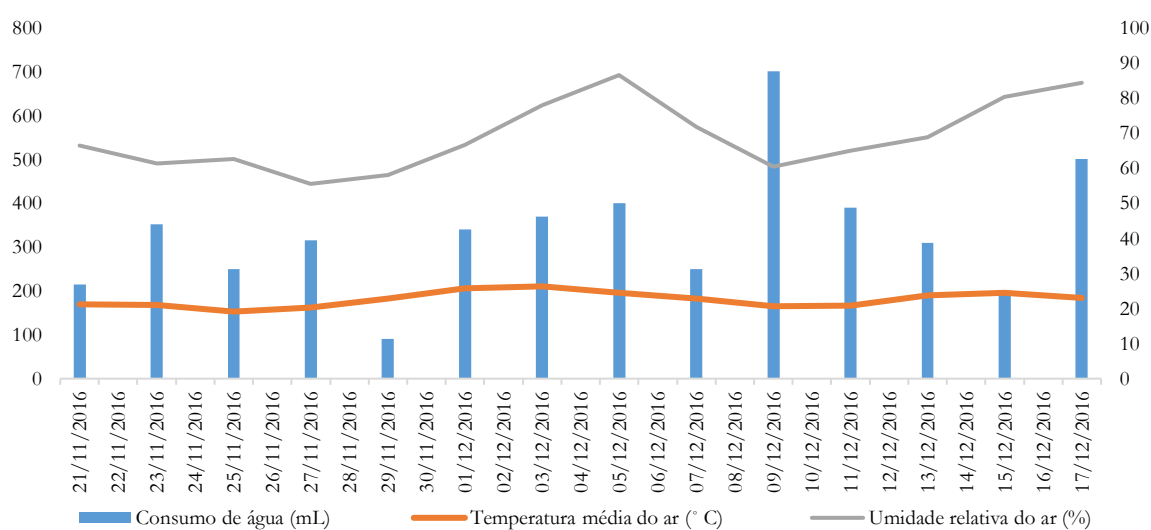
De acordo com Ferreira (2015), o Cu quando presente no solo em sua forma solúvel, pode ser facilmente assimilado pelos organismos através das membranas celulares, em concentrações que podem levar a toxicidade. Para Lanaras et al. (1993) e Bueno e Piqueras (2002), esses teores excessivos danificam essas membranas por meio da peroxidação de lipídios comprometendo a atividade fotossintética. Foi observado por Giroto (2010) redução do crescimento e aumento da peroxidação lipídica à medida que doses Cu apresentavam-se acrescidas, essa foi estimada pelo método de El-Moshaty et al. (1993), por

intermédio da determinação da concentração de malondialdeído (MDA), como produto da peroxidação lipídica pela reação com ácido tiobarbitúrico (TBA).

### *Desenvolvimento inicial de plantas de sorgo em solos com residual de cobre*

Depois do cultivo de aveia-preta em solos sob incubação de doses de Cu por meio de sulfato de cobre, efetuou-se a semeadura do sorgo forrageiro no mesmo local. A Figura 4 expõe os dados meteorológicos de umidade relativa do ar e temperatura média referentes ao período experimental, coletados na estação convencional localizada na UFSM e retirados do histórico de armazenamento online do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2016), em comparação as informações de consumo de água, todas notas foram agrupadas seguindo o intervalo entre as irrigações.

Observou-se o maior consumo de água seguido das elevações de temperatura e redução da taxa de umidade relativa do ar (Figura 4), fato atribuído ao conceito de Evapotranspiração da Cultura (ETc), sendo a transpiração real da mesma em qualquer estágio fenológico (Pereira Filho et al., 2015).



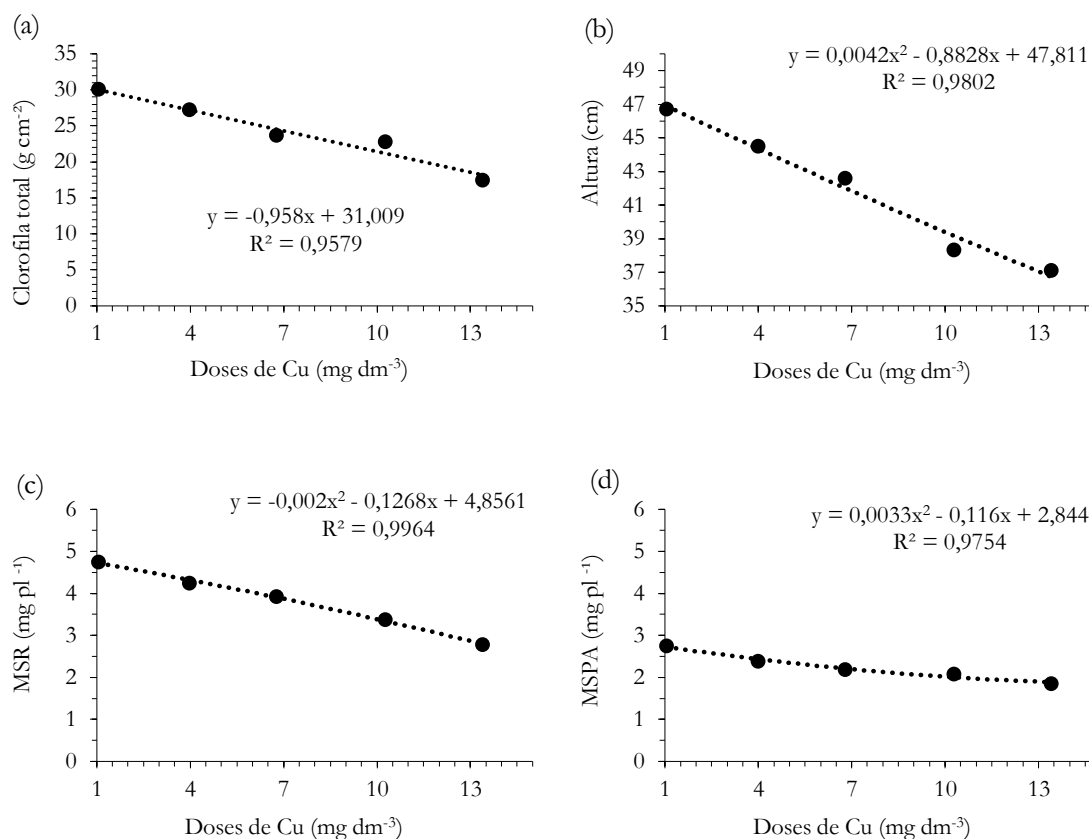
**Figura 4.** Médias de temperatura, umidade relativa do ar e consumo de água do sorgo forrageiro no período em que o experimento se encontrava em estufa. Fonte: INMET, 2016.

Para Franco et al. (2010), se faz importante a manutenção da umidade no solo, pois quando reduzida, a planta gasta alta porcentagem de energia para absorver água a fim de promover o ciclo energético, tal carga poderá fazer falta na promoção da produtividade final.

Em solos de cultivo de videiras há grande fornecimento de adubação cúprica através de fungicidas comumente usados (Fregoni, 1980). Marschner (1995) observou que sob essas condições de cultivo as folhas apresentavam deficiência de zinco e que essa circunstância acarretava na redução na atividade da

enzima Cu/Zn superóxido dismutase (Cu/ZnSOD), favorecendo a diminuição no teor de clorofila e atividade fotossintética.

A Figura 5a apresenta essa correlação entre o aumento da concentração do micronutriente e a minimização dos teores de clorofila nas folhas. Para Alva et al. (2000) e Taiz e Zeiger (2009), a ausência do pigmento explica-se pelo fato da alta concentração de Cu ocasionar mudanças na estrutura das membranas dos tilacóides sendo essas as organelas que armazenam a clorofila.



**Figura 5.** Conteúdo de clorofilas totais, altura das plantas, comprimento radicular de plantas (CR) e comprimento de parte aérea de plantas (CPA) de sorgo (*Sorghum bicolor*) em função de diferentes doses de cobre. Santa Maria, RS, 2017. Fonte: os autores.

A fim de calcular a massa de forragem média disponível aos animais, consideram-se dados de massa desprovida de água para determinar sua disponibilidade, assim utilizado por Carvalho (2004). Através da Figura 5c, constata-se que doses elevadas de Cu acarretam em prejuízos ao incremento de massa radicular e, conseqüentemente, a minimização da oferta de parte aérea (Figura 5d) e pastagem aos animais, dessa forma, constata-se que o efeito residual no solo, após o cultivo da aveia preta, com as concentrações resultantes de cobre de 1,052; 3,977; 6,778; 10,269 e 13,399 mg dm<sup>-3</sup> foram prejudiciais ao desenvolvimento e crescimento das plantas de sorgo forrageiro. Resultados semelhantes aos destes trabalhos foram

encontrados por Menegaes et al. (2019) no cultivo de cravina como planta forrageira em ambientes de cultivo de videiras.

## CONCLUSÃO

As concentrações de 100 a 400  $\mu\text{M}$  de sulfato de cobre afetaram negativamente a germinação das sementes e o desenvolvimento inicial das plantas de sorgo.

As concentrações residuais de cobre no solo de 1,052 a 13,399  $\text{mg dm}^{-3}$ , após o cultivo de aveia-preta são prejudiciais ao desenvolvimento e crescimento das plantas de sorgo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS


- Alva AK et al. (2000). Soil pH affects copper fractionation and phytotoxicity. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, 64(3): 955-962.
- Alvares CA et al. (2013). Koppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22(1): 711-728.
- Barceló J, Poschenrieder C (1992). Respuestas de las plantas a la contaminación por metales pesados. *Suelo y Planta*, 2(2): 345-361.
- Bowen JE (1969). Absorption of copper, zinc, and manganese by sugarcane leaf tissue. *Plant Physiology and Biochemistry*, 44(1): 255-261.
- Brasil (2009a). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para Análise de Sementes. Brasília: MAPA. 395p.
- Brunetto G et al. (2014). Mobility of copper and zinc fractions in fungicide-amended vineyard sandy soils. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 60(5): 609-624.
- Bueno P, Piqueras A (2002). Effect of transition metals on stress, lipid peroxidation and antioxidant enzyme activities in tobacco cell cultures. *Plant Growth Regulation*, 36(1): 161-167.
- Carvalho PC (2004). Princípios básicos do manejo de pastagens. Grupo de Pesquisa Ecologia do Pastejo. Disponível em <<http://www.ufrgs.br/gpep/index.php/capitulos-de-livros>>. Acessado em 30/05/2017. 2004.
- Comiram M (2017). Toxidez por cobre: reflexos na qualidade de sementes e no desenvolvimento inicial de aveia preta. Universidade Federal de Santa Maria (Dissertação), Santa Maria, 54p.
- CONAB (2015). Companhia Nacional de Abastecimento. Sorgo: conjuntura mensal. Disponível em:<[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15\\_08\\_14\\_16\\_10\\_18\\_sorgojulho2015.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_08_14_16_10_18_sorgojulho2015.pdf)>. Acesso em: 17/05/2017.
- Couto RR et al. (2015) Accumulation of copper and zinc fractions in vineyard soil in the midwestern region of Santa Catarina, Brazil. *Environmental Earth Sciences*, 73(10): 6379-6386.

- FAO (2007). Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura. Sorghum and millets in human nutrition. 2007. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/T0818E/T0818E00.htm>>. Acesso em: 18/06/2017.
- Faust MB, Christians NE (2000). Copper reduces shoot growth and root development of creeping bentgrass. *Crop Science*, Madison, 40(2): 498- 502.
- Faville MJ et al. (1999). Photosynthetic characteristics of three asparagus cultivars differing in yield. *Crop Science*, 39(1): 1070-1089.
- Ferreira DF (2014). Sisvar: A guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. *Ciência e Agrotecnologia*, 38(2): 109-112.
- Ferreira T (2015). Biomarcadores enzimáticos e ecotoxicidade por cobre em *Eisenia andrei* (Bouché 1972). Universidade Federal de Santa Maria (Dissertação), Santa Maria, 67p.
- Figliolia MB et al. (1993). Análise de sementes. Aguiar IB et al. (Org.). Brasília: ABRATES, 137-174p.
- Franco R et al. (2010). Evapotranspiração do solo mais transpiração vegetal igual evapotranspiração. São Paulo: UNESP, 47p.
- Fregoni M (1980). Nutrizione e fertilizzazione della vite. Bologna: Edagricole, 418p.
- Giroto E (2010). Alterações fisiológicas e bioquímicas em plantas cultivadas em solos com acúmulo de cobre e zinco. Universidade Federal de Santa Maria (Dissertação), Santa Maria, 147p.
- IPNI (2007). International Plant Nutrition Institute. Micronutriente na fisiologia das plantas: Funções, absorção e mobilidade. London: Encarte Técnico, n. 118 (traduzido) 24p.
- Kabala C, Singh BR (2001). Fractionation and mobility of copper, lead, and zinc in soil profiles in the vicinity of a copper smelter. *Journal of Environmental Quality*, Madison, 30(2): 485-492.
- Kämpf NA et al. (2006). Floricultura - técnicas de preparo de substratos. Brasília: Tecnologia Fácil. 132p.
- King LD (1996). Soil heavy metals. Alvarez VH et al. (Org.). Viçosa, 823-836p.
- LABORSOLO (2003). Micronutrientes: Conhecendo o cobre. Disponível em <<http://www.laborsolo.com.br/site/dris/micronutriente-conhecendo-o-cobre/>>. Acess em 01/05/2017.
- Lanaras T et al. (1993). Plant metal content, growth responses and some photosynthetic measurements on fieldcultivated wheat growing on ore bodies enriched in Cu. *Physiologia Plantarum*, 88 (1): 307-314.
- Lima Filho OF (2014). Guia de Diagnose Visual de Deficiências Nutricionais em Sorgo-Sacarino. Dourados: Circular Técnica, 14p.
- Magalhães PC et al. (2000). Fisiologia da planta do sorgo. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. 46p.
- Marschner H (1995). Mineral nutrition of higher plants. London: Academic Press, 889p.
- Martins CC et al. (2008). Temperatura e substrato para o teste de germinação de sementes de pinhão-mansão. *Ciência e Agrotecnologia*, 32(3): 863-868.




- Menegaes JF et al. (2019). Avaliação do potencial fitorremediador de cravina-chinesa cultivada em solo com excesso de cobre. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*, 12(4): 1353-1370.
- Nakagawa, J (1999). Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. Krzyzanowski FC et al. (Org.). Londrina: ABRATES. 1-24.
- Pereira Filho IA et al. (2015). *Sorgo: o produtor pergunta, a Embrapa responde Brasília: Embrapa*, 327 p.
- Ribas PM (2003). *Sorgo: introdução e importância econômica. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo*, 14p.
- Seidel EP et al. (2009). Fitodisponibilidade de cobre e produção de matéria seca por plantas de milho em resposta à aplicação de dejetos de suínos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 33(1): 1871-1878.
- Shinozaki K et al. (2015). Responses to abiotic stress. Buchanan BB et al (Org.). Chichester: John Wiley & Sons, 1051-1100p.
- Taiz L, Zeiger E (2009). *Fisiologia vegetal*. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 819p.

## Qualidade de sementes de *Lolium multiflorum* analisadas pelos laboratórios credenciados no Estado do Rio Grande do Sul

 10.46420/9786588319437cap5

Caroline Huth<sup>1\*</sup> 

Cariane Pedroso da Rosa<sup>2</sup> 

Caren Alessandra Müller<sup>3</sup> 

Rodrigo Roso<sup>3</sup> 

Pamela Nunes Bittencourt<sup>4</sup> 

### INTRODUÇÃO

O azevém anual (*Lolium multiflorum* L.) é uma das forrageiras hibernais mais importantes, a qual atende à demanda alimentar dos rebanhos bovinos e ovinos, apresentando boa qualidade nutricional, potencial de produção de fitomassa seca e adaptabilidade. Na região Sul do Brasil, o azevém é utilizado no cultivo exclusivo, consorciado com outras gramíneas e leguminosas, sobressemeado para melhoria das pastagens naturais, ou nos sistemas de integração lavoura-pecuária, áreas destinadas à pastagem e, posteriormente, diferidas para colheita de sementes (De Conto et al., 2011; Flores et al., 2008; Pereira et al., 2008).

Segundo o levantamento mais recente da Associação Brasileira de Sementes e Mudanças (ABRASEM; 2016), a produção total de sementes de azevém no Brasil foi de 17.835 toneladas, na safra 2015/16. O estado do Rio Grande do Sul está alocado como maior produtor de sementes dessa forrageira no país, em que na safra 2015/16, obteve produção de 16.438 toneladas, e na safra 2014/15 alcançou 14.054 toneladas. Contrapondo a isso, a taxa de utilização de sementes de azevém ainda é baixa, no Rio Grande do Sul foi de 33% na safra 2014/2015 (ABRASEM; 2016).

Para maximizar o potencial da propriedade, diluindo os custos de produção da pastagem, o cultivo de azevém visando o duplo propósito é frequente. Algumas pesquisas mostram que a produção de sementes obtida de áreas destinadas à pastagem e, posteriormente, diferidas para colheita de sementes, resultam em menor produtividade e qualidade fisiológica das sementes, caso não tenha um manejo diferencial (Medeiros et al., 2001; Tonetto et al., 2011; Paslauski et al., 2014). Tal fato pode resultar na

<sup>1</sup> CISBRA Agroindustrial, Ijuí, Dr.<sup>a</sup>.

<sup>2</sup> Universidade Federal de Pelotas, Doutoranda Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes.

<sup>3</sup> Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Programa de Pós-Graduação em Agronomia.

<sup>4</sup> UFSM, Acadêmica em Agronomia.

\* Autor(a) correspondente: huth.caroline@yahoo.com.br

comercialização de sementes de baixa qualidade física, genética e sanitária, com reflexos negativos na implantação da cultura e no aumento dos custos de produção (Silva et al., 2011). Além disso, podendo levar a oferta irregular de sementes de qualidade, induzindo a um sistema de produção informal, ou seja, a venda de sementes produzidas fora do Sistema Nacional de Sementes e Mudas.

Estudos realizados sobre a qualidade de sementes de azevém comercializadas no estado do Paraná em 2006 (Ohlson et al., 2008) e do Rio Grande do Sul em 1995 (Fonseca et al., 1999), mostraram que 64% e 53%, respectivamente, das amostras de azevém apresentaram porcentagem de germinação menor do que o padrão mínimo para a comercialização da espécie, já na safra 2007, no Paraná, 100% das amostras de azevém estavam acima do padrão para germinação (Ohlson et al., 2008). No entanto, nos anos de 2008 a 2010, de 50% à 100% das amostras de azevém estavam abaixo do padrão para comercialização no parâmetro sementes puras, dependendo do ano e cultivar avaliados (Ohlson et al., 2011). Esses estudos, mesmo abrangendo número não tão expressivo de amostras, demonstram a variabilidade de produção de sementes de azevém de qualidade para comercialização e a necessidade de informações sobre os fatores que afetam a qualidade.

Diante do exposto, demonstra-se que há picos de produção de sementes de azevém de qualidade para comercialização, e a importância de maiores informações sobre quais os parâmetros que podem estar contribuindo para a qualidade e, conseqüentemente, para a organização da cadeia produtiva de sementes dessa cultura. Assim, o objetivo desta pesquisa foi realizar um levantamento, através dos níveis de pureza física, em porcentagem de sementes puras, número de outras sementes, e a qualidade fisiológica através da germinação, nas amostras de sementes de azevém analisadas nos laboratórios credenciados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) do Rio Grande do Sul, nos anos de 2014 a 2017.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram compilados os dados de 3.959 amostras, de sementes de *Lolium multiflorum*, analisadas do período de agosto de 2014 até agosto de 2017 pelos Laboratórios de Análises de Sementes do Rio Grande do Sul, credenciados pelo MAPA, e fornecidos pelo mesmo.

A qualidade das sementes de azevém, no período de 2014 a 2017, foi apresentada através da porcentagem de amostras dentro dos padrões recomendados para comercialização (Tabela1), de acordo com a Instrução Normativa n.º 44 (Brasil, 2005), ou seja, aprovadas, para as variáveis germinação (G), sementes puras (P), sementes de espécies cultivadas (ESPC), silvestres (SILV), nocivas toleradas (NTOL) e nocivas proibidas (NPRO), em todos os fatores, cultivar, região de procedência, categoria e safra de produção da semente. Também, foram relacionados os fatores em tabelas cruzadas: safra e procedência, safra e cultivares, apresentando a porcentagem das amostras dentro dos padrões para comercialização, em cada variável.

As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa Action (Estatcamp, 2011) e Microsoft®Office Excel.

**Tabela 1.** Padrões mínimos de germinação (%), sementes puras (%), e número máximo tolerado de sementes de espécies cultivadas (ESPC), silvestres (SILV), nocivas toleradas (NTOL) e nocivas proibidas (NPRO), por normas de produção e comercialização estabelecidas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), Instrução Normativa n.º 25. Fonte: Brasil (2005), Instrução Normativa (MAPA) n.º 25/2005.

Categorias	G%	P%	ESPC	SILV	NTOL	NPRO
Básica	60	97	0	0	0	0
C1	70	97	5	5	2	0
C2	70	97	10	10	5	0
S1 e S2	70	97	15	15	10	0

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2, encontra-se a porcentagem dos lotes de sementes de azevém dentro do padrão para comercialização, nas variáveis (G, P, ESPC, SILV, NTOL e NPRO) dentro dos fatores (safra, categoria e cultivar). Há uma menor porcentagem na safra 2013 em todas as variáveis, com menor número de lotes aprovados em germinação, sementes puras e SILV (Tabela 2). O número total de amostras aprovadas para a safra de 2013 foi menor (57,96%), seguido de 2014 (89,60%), 2015 e 2016 (91%), assim demonstrando uma melhoria na qualidade dos lotes de sementes de azevém com o passar das safras.

Para NPRO (Tabela 2), no geral há uma menor reprovação dos lotes de azevém para essa variável nas safras, categorias e cultivares, com exceção da INIA Titan, demonstrando a eficiência de boas práticas de condução no campo e beneficiamento para essa variável.

Quanto à porcentagem de sementes de azevém dentro do limite para comercialização nas categorias (Tabela 2), a Básica possui a menor porcentagem total, e em SILV e NTOL. A semente Básica é um material obtido da reprodução de semente genética, realizada de forma a garantir sua identidade genética e sua pureza varietal (Brasil, 2005), como é material genético para a produção das demais categorias, possui uma maior exigência de qualidade física, assim podendo explicar a maior reprovação em pureza e outras sementes.

**Tabela 2.** Porcentagem dos lotes de sementes de azevém, de 3.959 amostras, dentro do padrão estabelecido para comercialização, nos testes de germinação (G), sementes puras (P), número de sementes de espécies cultivadas (ESPC), número de sementes de espécies silvestres (SILV), número de espécies nocivas toleradas (NTOL) e número de espécies nocivas proibidas (NPRO), dentro das safras, categoria e cultivar, com respectivo número de amostras (N). Fonte: os autores.

		G(%)	P(%)	ESPC	SILV	NTOL	NPRO	TOTAL	N
SAFRA	2013	79,62	75,16	95,54	71,34	94,27	98,73	57,96	157
	2014	95,47	97,37	98,35	95,96	99,02	99,69	89,60	1635
	2015	97,34	97,92	98,71	97,42	97,42	99,28	91,39	1393
	2016	97,29	99,22	100	95,22	97,80	99,61	91,34	774
CATEGORIA	BÁSICA	96,55	89,66	100	27,59	55,17	100	17,24	29
	C1	94,44	97,22	100	97,22	100	100	94,44	36
	C2	81,48	70,37	11,11	98,15	96,30	98,15	9,26	54
	S1	96,24	95,14	99,89	92,60	97,90	99,89	87,07	905
	S2	96,01	98,19	99,90	96,80	98,50	99,39	92,13	2935
CULTIVAR	Baqueano	100	100	97,22	100	100	100	97,22	36
	BRS Integração	0,00	66,67	100	33,33	66,67	100	0,00	3
	BRS Ponteio	94,74	95,60	98,97	93,33	97,95	99,91	87,35	2340
	Comum	100	90,00	100	80,00	90,00	100	80,00	10
	Eclipse	100	100	100	100	100	100	100	10
	F ABC1	89,19	100	100	100	100	100	89,19	37
	Fepagro São Gabriel	99,02	98,65	97,30	99,88	100	100	96,07	814
	INIA Bakarar	50,00	100	100	100	75,00	100	50,00	4
	INIA Camaro	100	100	100	100	100	100	100	8
	INIA Titan	100	100	100	100	100	66,67	66,67	9
	LE 284	96,22	100	99,51	99,18	97,87	97,70	91,13	609
	Nibbio	93,75	100	93,75	100	100	100	93,75	16
	Santa Maria	100	96,15	100	30,77	57,69	100	19,23	26
Winter Star	100	100	97,30	100	91,89	97,30	89,19	37	

Na categoria C2 (Tabela 2), há menor porcentagem total de lotes aprovados (9,26%), assim como nas variáveis: germinação, pureza e ESPC, chamando atenção para essa última, com apenas 11% de amostras aprovadas. A qualidade das categorias “superiores” é de grande relevância, pois são responsáveis pela produção das outras categorias. A categoria C2 vai dar origem as categorias S1 ou S2, quando multiplicadas no campo, a contaminação por outras sementes se propaga nas próximas gerações, caso não tenha o controle com práticas de manejo de condução desde os campos de produção, a procedimentos de colheita e beneficiamento apropriados.

As categorias C1, S1 e S2 (Tabela 2) apresentam uma elevada porcentagem de sementes dentro dos limites para comercialização em todas variáveis. A porcentagem total de lotes dentro do padrão para comercialização nas categorias S1 e S2 é elevada, de 87,07% e 93,13%, respectivamente.

Observa-se que o número de amostras (Tabela 2) de sementes de azevém na categoria S1 e S2 é predominante em relação as outras categorias. Para Ternus (2017), o qual avaliou a qualidade de sementes

oriundas da fiscalização do comércio de sementes de azevém anual no Estado de Santa Catarina, nos anos de 2013 a 2015, também encontrou maior número de amostras de sementes nas categorias S1 e S2, sendo esta última em maior número. Como as categorias S1 e S2 são produzidas fora do processo de certificação, e resultante da reprodução de semente S1, de semente certificada de primeira (C1), segunda gerações (C2), de semente básica ou de semente genética, são categorias mais baixas, em comparação as categorias Básica, Genética, C1 e C2. Assim, são produzidas em maior escala.

Quanto as cultivares de azevém (Tabela 2), observa-se um predomínio de cultivares de origem comercial brasileira (BRS Ponteio e Fepagro São Gabriel), seguido do Uruguai (LE 284). Assim como, há um predomínio de cultivares diplóides nas amostras estudadas. As cultivares tetraplóides (Ayala et al. 2010; INASE, 2018) são Baqueano, INIA Titan e Winter Star, apresentando qualidade fisiológica elevada, com 100% dos lotes aprovados para germinação (Tabela 2).

O azevém existe na natureza como planta diplóide ( $2n=2x=14$  cromossomos), havendo, no entanto, cultivares tetraploides ( $2n=4x=28$  cromossomos) originadas pelo melhoramento genético vegetal através da técnica de duplicação cromossômica. Segundo Farinatti et al. (2006) e Carvalho et al. (2010), plantas de azevém tetraploide apresentam folhas mais largas e de coloração mais escura, menor número de perfilhos, mas de maior tamanho, alta produção total de massa de forragem, ciclo vegetativo mais longo, menor conteúdo de matéria seca e sementes maiores, podendo produzir sementes de melhor qualidade.

A cultivar de azevém BRS Ponteio, da Embrapa, com 87,35% dos lotes aprovados (Tabela 2), está em maior número de amostras, tendo uma maior preferência pelos produtores possivelmente, além de ser recomendada para cultivo no Rio Grande do Sul, por apresentar alto potencial de produção, ciclo produtivo mais longo e melhor distribuição da produção de forragem ao longo da estação de crescimento, bem como maior precocidade produtiva (Montardo et al., 2009).

As cultivares (Tabela 2) Eclipse e INIA Camaro apresentaram 100% das amostras dentro dos limites para comercialização, mas um pequeno número de amostras, 10 e 8, respectivamente. A BRS Integração (Tabela 2) apresentou 0% de amostras de azevém no limite padrão para comercialização, porém do total de apenas 3 amostras para essa cultivar, assim como a porcentagem dentro do padrão para pureza, SILV e NTOL foram baixos. O número baixo de amostras da BRS Integração pode ser pelo lançamento recente no mercado, já a BRS Ponteio, com maior número de amostras, primeira cultivar de azevém desenvolvida pela EMBRAPA, foi lançada em 2007 (Brasil, 2018).

As cultivares INIA Bakarat, INIA Titan e Santa Maria (Tabela 2), apresentaram menor número de lotes aprovados para comercialização, com maior reprovação em outras sementes por número, na cultivar Santa Maria em SILV e NTOL e Comum em SILV.

Na Tabela 3 encontra-se a porcentagem dos lotes de sementes de azevém dentro do padrão para comercialização, nas variáveis (G, P, ESPC, SILV, NTOL e NPRO) dentro das procedências dos lotes.

As regiões do Estado do RS de origem dos lotes abrangem tanto regiões de produção de sementes, assim como de pecuária, o qual a semente pode ser um subproduto.

Os locais com maior número de amostras nos quatro anos estudados (Tabela 3), acima de 200, são Tupanciretã, Santa Barbara do Sul, Ijuí, Uruguai, Pedras Altas, Santo Ângelo e Cruz Alta; acima de 100 amostras, Júlio de Castilhos, Passo Fundo, Cachoeira do Sul, Augusto Pestana, Pelotas e Capinzal; e número de amostras acima de 50, são Santa Rosa, Carazinho, São Lourenço do Sul, Coronel Barros, Caçapava do Sul, Marau e Realeza.

Dos 38 locais, os que apresentam 100% dos lotes dentro dos padrões estabelecidos para comercialização são Água Santa, Boa Vista do Incra, Cachoeira do Sul, Capinzal, Carazinho, Catuípe, Coronel Barros, Coxilha, Passo Fundo, Realeza, São Luiz Gonzaga, Tapera e Vacaria (Tabela 3).

Quanto a outras sementes por número, existe maior porcentagem de lotes de azevém aprovados em NPRO (Tabela 3), com exceção de Marau, Pedras Altas e Uruguai. Há uma maior reprovação dos lotes de azevém em germinação (Tabela 3), sendo menores, as porcentagens de lotes dentro do padrão para comercialização, nos locais de Caçapava do Sul (69%), Capão do Leão (50%), Humaitá (46%), Pelotas (76), Santa Rosa (79) e São Gabriel (68%), assim como, a porcentagem total de amostras aprovadas nessas procedências foram menores, acrescentando Bagé (75,86%), Pedras Altas (66,33%) e Uruguai (70%). Assim, demonstrando que em regiões típicas de pecuária, os lotes de azevém são de qualidade inferior, comparados a regiões típicas de produção de sementes, como Passo Fundo, Ijuí, Tapera, Tupanciretã.

**Tabela 3.** Porcentagem dos lotes de sementes de azevém, de 3.959 amostras, dentro do padrão estabelecido para comercialização, nos testes de germinação (G), sementes puras (P), número de sementes de espécies cultivadas (ESPC), número de sementes de espécies silvestres (SILV), número de espécies nocivas toleradas (NTOL) e número de espécies nocivas proibidas (NPRO), nas procedências de origem, com respectivo número de amostras (N). Fonte: os autores.

Procedência	G(%)	P(%)	ESPC	SILV	NTOL	NPRO	TOTAL	N
Água Santa	100	100	100	100	100	100	100	26
Alegrete	100	100	100	75,00	100	100	75,00	8
Argentina	100	100	97,30	100	83,78	100	81,08	37
Augusto Pestana	97,73	95,45	97,73	100	98,48	100	90,91	132
Bagé	100	98,85	100	79,31	87,36	100	75,86	87
Boa Vista do Incra	100	100	100	100	100	100	100	15
Caçapava do Sul	69,64	67,86	80,36	91,07	80,36	100	25,00	56
Cachoeira do Sul	100	100	100	100	100	100	100	135
Capão do Leão	50,00	100	100	50,00	50,00	100	50,00	2
Capinzal	100	100	100	100	100	100	100	101
Carazinho	100	100	100	100	100	100	100	78
Castro	86,84	100	97,37	100	100	100	86,84	38
Catuípe	100	100	100	100	100	100	100	6
Coronel Barros	100	100	100	100	100	100	100	77
Coxilha	100	100	100	100	100	100	100	5
Cruz Alta	100	99,56	100	100	99,56	100	99,13	229
Giruá	92,31	92,31	84,62	100	100	100	84,62	26
Humaitá	46,67	93,33	100	100	100	100	40,00	15
Ijuí	96,15	96,70	98,63	99,73	99,73	100	93,96	364
Júlio de Castilhos	88,37	97,09	100	99,42	100	100	84,88	172
Marau	96,43	96,43	89,29	100	96,43	98,21	87,50	56
Passo Fundo	100	100	100	100	100	100	100	155
Pedras Altas	97,31	91,92	100	67,00	95,29	99,66	66,33	297
Pejuçara	100	100	91,30	100	100	100	91,30	23
Pelotas	76,92	66,35	100	58,65	92,31	100	51,92	104
Pinhalzinho	90,00	100	100	100	100	100	90,00	20
Realeza	100	100	100	100	100	100	100	53
Santa Bárbara do Sul	99,43	99,72	97,44	100	100	100	97,44	352
Santa Rosa	79,52	97,59	100	98,80	98,80	100	79,52	83
Santo Ângelo	99,27	99,64	99,27	100	99,64	100	98,54	274
São Gabriel	68,00	92,00	100	92,00	96,00	100	60,00	25
São Lourenço do Sul	87,18	100	94,87	91,03	91,03	100	82,05	78
São Luiz Gonzaga	100	100	100	100	100	100	100	10
Tapera	100	100	100	100	100	100	100	20
Tupanciretã	97,42	99,78	100	100	100	100	97,20	465
Uruguai	97,74	100	98,71	98,39	96,45	94,19	87,42	310
Uruguaiana	100	70,00	100	100	100	100	70,00	10
Vacaria	100	100	100	100	100	100	100	15

Pedras Altas, assim como Caçapava do Sul, são regiões de predomínio da pecuária (IBGE, 2017), visto que, em regiões típicas de pecuária a produção de sementes é uma atividade secundária, considerada



como um resíduo do excedente forrageiro, assim resultando em sementes de menor qualidade. A produção de sementes obtidas de áreas destinadas à pastagem e, posteriormente, diferidas para colheita de sementes, pode resultar em menor qualidade fisiológica das sementes. Os fatores que podem estar relacionados com a produtividade e qualidade das sementes são o manejo de doses de nutrientes, altura, número e época de cortes e momento de colheita (maturidade das espiguetas). Esses fatores interferem no peso de mil sementes, na germinação e vigor, sanidade e na produtividade de sementes (Medeiros et al., 2001; Tonetto et al., 2011; Paslauski et al., 2014).

Esses resultados discordam do encontrado por Fonsêca et al. (1999), os quais analisaram a qualidade de sementes de azevém anual produzidas no Rio Grande do Sul, na safra de 1995, procedentes de 27 municípios, total de 226 amostras, em que apenas 54% estavam dentro do padrão para pureza, decorrente da grande variabilidade de material inerte; e 81% das amostras encontravam-se dentro do limite padrão para germinação. Assim, os resultados encontrados demonstram uma melhoria nos últimos anos quanto a qualidade de sementes de azevém no Rio Grande do Sul.

Além do que, os resultados mostram que há alta porcentagem de sementes aprovadas para comercialização no Estado, o que vai de encontro a baixa taxa de utilização de sementes de azevém, 33% na safra 2014/2015, segundo a ABRASEM (2016). Demonstrando que essa baixa utilização não é devido à baixa oferta de sementes de qualidade, e sim, possivelmente, a uma falta de conscientização por parte do produtor sobre os benefícios do uso de sementes certificadas.

Na Tabela 4 estão as porcentagens de germinação e pureza dos lotes de semente de azevém no cruzamento safra e procedência. Observa-se que, como já mencionado na Tabela 3, a safra 2013 apresenta menor porcentagem de amostras de sementes de azevém dentro do padrão para comercialização. Assim como o número de amostras nessa safra é menor; e as procedências dentro dessa safra são Argentina, Augusto Pestana, Cruz Alta, Giruá, Ijuí, Pedras Altas, Pelotas, São Lourenço do Sul e Uruguai.

**Tabela 4.** Porcentagem dos lotes de sementes de azevém na procedência (linha), dentro do padrão estabelecido para comercialização, nos testes de germinação (G), sementes puras (P), do cruzamento safra e procedência, com respectivo número de amostras (N) no cruzamento. Fonte: os autores.

PROCEDÊNCIA	Safr							
	2013		2014		2015		2016	
	G(%)	P(%)	G(%)	P(%)	G(%)	P(%)	G(%)	P(%)
Água Santa	0,00	0,00	46,15	46,15	26,92	26,92	26,92	26,92
N	0	0	12	12	7	7	7	7
Alegrete	0,00	0,00	62,50	62,50	37,50	37,50	0,00	0,00
N	0	0	5	5	3	3	0	0
Argentina	13,51	13,51	2,70	2,70	40,54	40,54	43,24	43,24
N	5	5	1	1	15	15	16	16
Augusto Pestana	4,55	2,27	65,15	67,42	28,03	25,76	0,00	0,00
N	6	6	89	89	37	37	0	0
Bagé	0,00	0,00	6,90	5,75	54,02	54,02	39,08	39,08
N	6	6	89	89	37	37	0	0

SEMENTES: FOCO EM PESQUISA SOBRE QUALIDADE FISIOLÓGICA E SANITÁRIA

Boa Vista do Inera	0,00	0,00	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
N	0	0	15	15	0	0	0	0
Caçapava do Sul	0,00	0,00	5,36	5,36	57,14	48,21	7,14	14,29
N	0	0	4	4	44	44	8	8
Cachoeira do Sul	0,00	0,00	9,63	9,63	7,41	7,41	82,96	82,96
N	0	0	13	13	10	10	112	112
Capão do Leão	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00	50,00	0,00	50,00
N	0	0	0	0	1	1	1	1
Capinzal	0,00	0,00	39,60	39,60	0,00	0,00	60,40	60,40
N	0	0	40	40	0	0	61	61
Carazinho	0,00	0,00	43,59	43,59	19,23	19,23	37,18	37,18
N	0	0	34	34	15	15	29	29
Castro	0,00	0,00	57,89	65,79	28,95	34,21	0,00	0,00
N	0	0	25	25	13	13	0	0
Catuípe	0,00	0,00	100	100	0,00	0,00	0,00	0,00
N	0	0	6	6	0	0	0	0
Coronel Barros	0,00	0,00	16,88	16,88	83,12	83,12	0,00	0,00
N	0	0	13	13	64	64	0	0
Coxilha	0,00	0,00	0,00	0,00	80,00	80,00	20,00	20,00
N	0	0	0	0	4	4	1	1
Cruz Alta	0,44	0,44	44,98	44,98	42,36	41,98	12,23	12,23
N	1	1	103	103	97	97	28	28
Girúá	7,69	7,69	34,62	34,62	50,00	50,00	0,00	0,00
N	4	4	9	9	13	13	0	0
Humaitá	0,00	0,00	13,33	46,67	33,33	46,67	0,00	0,00
N	0	0	8	8	7	7	0	0
Ijuí	1,65	1,65	50,82	51,37	41,21	41,21	2,47	2,47
N	6	6	196	196	153	153	9	9
Júlio de Castilhos	0,00	0,00	9,88	21,51	44,77	42,44	33,72	33,14
N	0	0	37	37	77	77	58	58
Marau	0,00	0,00	60,71	58,93	12,50	14,29	23,21	23,21
N	0	0	35	35	8	8	13	13
Passo Fundo	0,00	0,00	63,23	63,23	28,39	28,39	8,39	8,39
N	0	0	98	98	44	44	13	13
Pedras Altas	0,34	0,34	24,24	19,19	19,53	19,53	53,20	52,86
N	1	1	78	78	58	58	160	160
Pejuçara	0,00	0,00	69,57	69,57	30,43	30,43	0,00	0,00
N	0	0	16	16	7	7	0	0
Pelotas	18,27	8,65	0,00	0,00	58,65	57,69	0,00	0,00
N	43	43	0	0	61	61	0	0
Pinhalzinho	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	90,00	100,00
N	0	0	0	0	0	0	20	20
Realeza	0,00	0,00	24,53	24,53	37,74	37,74	37,74	37,74
N	0	0	13	13	20	20	20	20
Santa Bárbara do Sul	0,00	0,00	53,41	53,69	43,47	43,47	2,56	2,56
N	0	0	190	190	153	153	9	9
Santa Rosa	0,00	0,00	30,12	39,76	40,96	49,40	8,43	8,43
N	0	0	35	35	41	41	7	7
Santo Ângelo	0,00	0,00	48,54	48,91	47,45	47,45	3,28	3,28
N	0	0	135	135	130	130	9	9
São Gabriel	0,00	0,00	24,00	56,00	36,00	36,00	8,00	0,00
N	0	0	14	14	9	9	2	2
São Lourenço do Sul	1,28	5,13	50,00	50,00	35,90	44,87	0,00	0,00
N	4	4	39	39	35	35	0	0
São Luiz Gonzaga	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	100,00	0,00	0,00
N	0	0	0	0	10	10	0	0
Tapera	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	100,00
N	0	0	0	0	0	0	20	20
Tupanciretã	0,00	0,00	61,94	61,72	28,39	28,82	7,10	9,25

N	0	0	288	288	134	134	43	43
Uruguai	27,10	28,06	17,77	17,10	24,19	24,52	29,68	30,32
N	87	87	53	53	76	76	94	94
Uruguaiana	0,00	0,00	100,00	70,00	0,00	0,00	0,00	0,00
N	0	0	10	10	0	0	0	0
Vacaria	0,00	0,00	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
N	0	0	15	15	0	0	0	0

A cidade de Humaitá (Tabela 4) apresentou maior reprovação dos lotes de azevém na safra de 2014, a qual teve maior número de amostras, em relação as safras 2015, para germinação e pureza, na qual para essa última variável foi aprovada 100% das amostras nessa safra.

Os lotes procedentes de São Gabriel (Tabela 4), para germinação, da safra de 2014, também apresentaram menor porcentagem dentro do padrão para comercialização, em relação há 2015 e 2016. Já a pureza foi o oposto, com 100% de aprovação para as safras 2014 e 2015, e 0% para a safra 2016.

Para Caçapava do Sul (Tabela 4) a safra de 2015 obteve menor porcentagem de lotes de sementes de azevém aprovadas, tanto para germinação como para pureza, em relação as safras 2014 e 2016. Já Pelotas, obteve lotes de melhor qualidade na safra 2015, em relação à safra 2013, e não houve lotes procedentes das safras de 2014 e 2016.

Assim, demonstrando que há um comportamento distinto da qualidade das sementes de azevém nos cruzamentos das safras e procedências, não dependendo unicamente de um fator. Porém, como já observado nos resultados anteriores, há um elevado percentual de lotes de sementes de azevém aprovados para comercialização, nas safras de 2014, 2015 e 2016.

Na Tabela 5 encontram-se as porcentagens na linha dentro do limite padrão, de germinação e pureza dos lotes de semente de azevém no cruzamento cultivar e safra. A cultivar BRS Ponteio, a qual está presente em maior número (2.340) nos anos estudados, apresentou pequenas diferenças de percentual de lotes aprovados entre as safras, para as variáveis germinação e pureza, podendo notar que a safra de 2016 foi a que obteve menor número de lotes fora do padrão para comercialização.

A cultivar Comum (Tabela 5) obteve lotes oriundos apenas das safras 2015 e 2016, o qual apenas nessa última safra houve 10% dos lotes analisados reprovados para análise de pureza, e germinação com aprovação de 100%. Uma qualidade de 100% na germinação e 90% para pureza.

Para a análise de pureza, a cultivar BRS Integração (Tabela 5) apresentou lotes de sementes de azevém oriundos das safras 2015 e 2016, onde em ambas a porcentagem de lotes aprovados para germinação foi de 0% de 2 e 1 amostras, respectivamente. Já para análise de pureza, a safra de 2016 obteve 100% das amostras aprovadas.

A cultivar FABC1 (Tabela 5) com média de 89% de lotes dentro do limite padrão para germinação, e 100% para pureza, obteve na safra de 2014 um maior número (25) de amostras, porém uma menor porcentagem de lotes aprovados para germinação em relação à safra 2015.

Assim como a BRS Ponteio, a cultivar LE 284 (Tabela 5), também apresentou pequenas diferenças percentuais de germinação dentro do padrão para comercialização nas safras, e para análise de pureza houve 100% de aprovação em todas safras. As safras 2014 e 2016 obtiveram maiores reprovações, 9 e 12 amostras, respectivamente, em relação as safras 2013 e 2015, com 1 amostra reprovada, para germinação.

**Tabela 5.** Porcentagem dos lotes de sementes de azevém na cultivar (linha), dentro do padrão estabelecido para comercialização nos testes de germinação (G), sementes puras (P), do cruzamento safra e cultivar, com respectivo número de amostras (N) no cruzamento. Fonte: os autores.

CULTIVAR	Safrá							
	2013		2014		2015		2016	
	G(%)	P(%)	G(%)	P(%)	G(%)	P(%)	G(%)	P(%)
Baqueano	8,33	8,33	52,78	52,78	27,78	27,78	11,11	11,11
N	3	3	19	19	10	10	4	4
BRS Integração	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	33,33	0,00	33,33
N	0	0	0	0	2	2	1	1
BRS Ponteio	1,54	1,11	43,93	44,79	35,81	36,11	13,46	13,59
N	65	65	1085	1085	869	869	321	321
Comum	0,00	0,00	0,00	0,00	30,00	30,00	70,00	60,00
N	0	0	0	0	3	3	7	7
Eclipse	0,00	0,00	60,00	60,00	40,00	40,00	0,00	0,00
N	0	0	6	6	4	4	0	0
F ABC1	0,00	0,00	59,46	67,57	29,73	32,43	0,00	0,00
N	0	0	25	25	12	12	0	0
Fepagro São Gabriel	0,00	0,00	45,58	45,58	35,87	35,50	17,57	17,57
N	0	0	376	376	293	293	145	145
INIA Bakarát	50,00	100	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
N	4	4	0	0	0	0	0	0
INIA Camaro	75,00	75,00	25,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00
N	6	6	2	2	0	0	0	0
INIA Titan	77,78	77,78	22,22	22,22	0,00	0,00	0,00	0,00
N	7	7	2	2	0	0	0	0
LE 284	9,52	9,69	13,14	14,61	27,09	27,26	46,47	48,44
N	59	59	89	89	166	166	295	295
Nibbio	0,00	0,00	93,75	93,75	0,00	6,25	0,00	0,00
N	0	0	15	15	1	1	0	0
Santa Maria	0,00	0,00	23,08	19,23	76,92	76,92	0,00	0,00
N	0	0	6	6	20	20	0	0
Winter Star	35,14	35,14	27,03	27,03	35,14	35,14	2,70	2,70
N	13	13	10	10	13	13	1	1

A cultivar Nibbio (Tabela 5), com lotes provenientes das safras 2014 e 2015, com maior número de amostras (15) na safra de 2014, e apresentou qualidade inferior apenas para pureza na safra 2015, com 0% de amostra aprovadas para comercialização, porém do total de apenas 1 amostra.

Diante do exposto, quanto ao cenário da qualidade física e fisiológica das sementes de azevém anual analisadas nos laboratórios do Rio Grande do Sul, pode haver melhorias, com a conscientização dos produtores sobre o uso de sementes certificadas e seus benefícios, bem como, maiores cuidados no processo produtivo, especialmente no sistema de cultivo com duplo-propósito, tendo em vista a utilização e produção de lotes de sementes de elevada qualidade física e fisiológica.

## CONCLUSÃO

Das safras de 2013 à 2016 houve uma melhoria na qualidade dos lotes de sementes de azevém, analisados pelos laboratórios do Rio Grande do Sul, o qual a safra 2013 obteve menor porcentagem de lotes aprovados para comercialização, 57,96%, e as safras 2014, 2015 e 2016 com 89,60%, 91,39% e 91,34%, respectivamente.

O maior número de amostras de azevém analisadas pelos laboratórios do Estado do Rio Grande do Sul provém desse mesmo Estado, assim como há predomínio de cultivares diploides.


Em regiões, origem dos lotes de sementes de azevém, de predomínio da pecuária a porcentagem de lotes aprovados para comercialização foi menor.





## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRASEM (2016). Associação Brasileira de Sementes e Mudas. Anuário 2016. Disponível em: <[http://www.abrasem.com.br/wp-content/uploads/2013/09/Anuario\\_ABRASEM\\_2016\\_SITE.pdf](http://www.abrasem.com.br/wp-content/uploads/2013/09/Anuario_ABRASEM_2016_SITE.pdf)> Acesso em: 10/09/2017.
- Ayala W et al. (2010). Forrajeiras. Catálogo de Cultivares 2010. Montevideo: INIA, 130p.
- Brasil (2005). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n.º 25. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/sementes-e-mudas/legislacao>>. Acesso em: 01/12/2016.
- Brasil (2018). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Registro Nacional de Cultivares (RNC). Disponível em: <[http://sistemas.agricultura.gov.br/snpc/cultivarweb/cultivares\\_registradas.php](http://sistemas.agricultura.gov.br/snpc/cultivarweb/cultivares_registradas.php)>. Acesso em: 22/11/2018.
- Carvalho PCF et al. (2010). Forrageiras de Clima Temperado. Plantas Forrageiras. Viçosa: UFV, 64p.
- De Conto L et al. (2011). Relação azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) – ruminante. Archivos de Zootecnia, 60(1): 41-54.
- Estatcamp (2011). Action: versão 2.0. Licença pública geral. São Carlos: Estatcamp, 4p.
- Farinatti LHE et al. (2006). Avaliação de diferentes cultivares de azevém no desempenho de bezerros. Pelotas: EMBRAPA Clima Temperado, 16p.

- Flores R et al. (2008). Produção de forragem de populações de azevém anual no estado do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 37(1): 1168-1175.
- Fonseca MG et al. (1999). Avaliação da qualidade de sementes de azevém-anual (*Lolium multiflorum* Lam.) produzidas no Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Sementes*, 21(1): 101-106.
- IBGE (2017). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Agro 2017: Rio Grande do Sul: IBGE. Disponível em: < <https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/resultados-censo-agro-2017.html>> Acesso em: 22/11/2018.
- INASE (2018). Instituto Nacional de Semillas. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Uruguay. Disponível em: <<https://www.inase.uy/>>. Acesso em: 22/11/2018.
- Medeiros RB et al. (2001). Rendimento de sementes e forragem de azevém-anual em resposta a doses de nitrogênio e regimes de corte. *Revista Brasileira de Sementes*, 23(2): 245-254.
- Montardo DP et al. (2009). Avaliação da cultivar de azevém BRS Ponteio na Região da Campanha do Rio Grande do Sul. Bagé: EMBRAPA Pecuária Sul, 4p.
- Ohlson OC et al. (2008). Levantamento da qualidade de sementes de azevém comercializadas no estado do Paraná. *Informativo ABRATES*, 18(1): 18-22.
- Ohlson OC et al. (2011) Análise exploratória de dados: qualidade de sementes de azevém comercializadas no estado do Paraná. *Informativo ABRATES*, 21(3): 47-51.
- Paslauski BMC et al. (2014). Produção e qualidade fisiológica de sementes de azevém submetido a cortes e épocas de colheita. *Revista trópica: Ciências Agrárias e Biológicas*, 9(1): 01-13.
- Pereira AV et al. (2008). Comportamento agrônômico de populações de azevém anual (*Lolium multiflorum* L.) para cultivo invernal na região sudeste. *Ciência e Agrotecnologia*, 32(1): 567-572.
- Silva GM et al. (2001). Qualidade de Sementes Forrageiras de Clima Temperado. Documentos 119. Bagé: EMBRAPA Pecuária Sul, 19p.
- Ternus RM et al. Qualidade de sementes de *Lolium multiflorum* tetraploides comercializadas em Santa Catarina. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 12(1): 7-11.
- Tonetto CJ et al. (2011). Produção e composição bromatológica de genótipos diplóides e tetraplóides de azevém. *Zootecnia Tropical*, 29(1): 169-178.

## Fotoblastismo e temperatura na germinação de sementes de *Luffa cylindrica*

 10.46420/9786588319437cap6

Nelto Almeida de Sousa<sup>1\*</sup>   
Éric Bertuol Visolli Muller<sup>2</sup>   
Janine Farias Menegaes<sup>3</sup>   
Ubirajara Russi Nunes<sup>4</sup> 

### INTRODUÇÃO

A cultura da *Luffa cylindrica* L. M. Roem, conhecida popularmente como bucha-vegetal, esponja-paulistana, esponja-vegetal pertencente à família Curcubitaceae, é originária da Ásia, especificamente na Índia, foi introduzida no Brasil pelos portugueses, tendo grande adaptabilidade quanto ao clima e solo e ampla difusão em todo o país. A família das curcubitáceas está entre as maiores tanto em número de espécies como na sua diversidade de plantas, sendo cultivado em várias partes do mundo, devido sua característica de adaptação em diferentes condições climáticas (Bisognin, 2002).

A planta é considerada uma herbácea trepadeira, necessitando que seu cultivo seja de modo tutorado, apresenta caule anguloso e atinge altura de até 10 m. O fruto possui um formato cilíndrico e comprido, com cerca de 15 a 100 cm de comprimento e por volta de 8 a 10 cm de diâmetro (Tanobe, 2003; Annunciado, 2005). A esponja (bucha) é o fruto, sendo composto por um sistema altamente complexo de vasos, formando uma manta sobre o fruto de coloração amarela quando o mesmo está maduro e marrom quando se encontra seco (D'Almeida et al., 2005; Shen et al., 2014).

Só no ano de 2006 o Brasil produziu cerca de 1.200 toneladas de bucha-vegetal (IBGE, 2016). As principais regiões responsáveis por essa produção foram a região Norte e Nordeste, em seguida os estados de São Paulo, Minas Gerais e Mato Grosso, sendo que 50% dessa produção é de origem mineira, colocando Minas Gerais como o principal produtor de bucha-vegetal do Brasil (Carvalho, 2007).

A bucha-vegetal é utilizada para diversos fins, principalmente em países de grande população, sua utilização vai desde caseira, como na culinária, para minimizar problemas de fome, característicos em

<sup>1</sup> UFSM, Doutorando (a) no Programa de Pós-Graduação em Agronomia.

<sup>2</sup> UFSM, Eng. Agrônomo.

<sup>3</sup> Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Dr.<sup>a</sup> Docente voluntária do Departamento de Fitotecnia.

<sup>4</sup> UFSM, Dr. (a) Docente do Departamento de Fitotecnia.

\*Autor(a) correspondente: neltonalmeida@hotmail.com

países de grande população, como na indústria na fabricação de palmilhas e solas para sapatos, filtros de óleos e capotas de veículos na indústria automobilística, além de sua principal utilização para higiene pessoal e limpeza tanto de louças como de automóveis (Tanobe, 2003; Anunciado, 2005; Lee; Yoo, 2006; Kishkel et al., 2015).

O fenômeno fisiológico da germinação consiste na retomada do crescimento do embrião que havia sido paralisado no período de maturação fisiológica, esse processo é dividido em três fases: a reativação, a indução ao crescimento e, por fim, o crescimento (Castro et al. 2004; Marcos-Filho, 2015). Entretanto, esse processo é influenciado por diversos fatores, em destaque a temperatura e a luminosidade (luz). A primeira tem muita influência no processo de germinação, pois através dela pode-se acelerar ou retardar o metabolismo da semente, principalmente enzimas relacionadas a primeira fase da germinação, a embebição (Sokolowski; Takaki, 2004; Marcos-Filho, 2015).

Cada espécie tem uma faixa térmica em que melhor ocorre o seu processo de germinação, mas a máxima porcentagem de germinação varia conforme a temperatura em que essa semente é submetida, o conhecimento das melhores condições para germinação é de extrema importância, pois esse fator muda entre cada espécie de semente (Bewley; Black, 1985).

Já a luminosidade (luz) é de extrema importância no processo germinativo, sendo responsável pela ativação do fitocromo nas sementes, que consiste de um pigmento no qual tem a função de receber os sinais luminosos, podendo ou não, dependendo da semente desencadear o processo de germinação (Taiz; Zeiger, 2009). Dependendo da radiação que incide sobre a semente, teremos um modo de ação diferente do fitocromo, pois quando obtemos luz com alta relação vermelho/vermelho-extremo (V/VE) podemos induzir esse fitocromo a sua forma ativa, ocorrendo então a germinação das sementes fotossensíveis, já quando ocorre uma relação baixa de V/VE, induzimos os fitocromo a sua forma inativa, dessa forma inibindo o processo de germinação (Vidaver, 1980), através disso as sementes são chamadas de fotoblasticas positivas, isto é, podem germinar melhor na presença de luz, fotoblasticas negativas, quando germinam melhor na ausência de luz e as fotoblasticas neutras, que não apresentam sensibilidade a luz.

A maioria das sementes que são cultivadas conseguem germinar tanto na presença como na ausência de luz, essa classificação das sementes no que tange a sensibilidade a luz tem grande importância para a realização dos testes de germinação (Carvalho; Nakagawa, 2012; Marcos-Filho, 2015).

Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a influência de diferentes temperaturas e fotoblastismo na germinação de sementes de bucha-vegetal, sendo fundamental para o conhecimento de seu comportamento ecológico no campo, podendo assim possibilitar melhores estratégias de manejo da cultura.



## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no período de junho de 2019 à janeiro de 2020, conduzido no Laboratório Didático e de Pesquisas em Sementes do Departamento de Fitotecnia no Campus 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% (Alvares et al., 2013).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com esquema fatorial 4x6 (combinações de temperaturas e fotoperíodos e regimes de iluminação), com quatro repetições de 25 sementes. As combinações de temperaturas e fotoperíodos foram de 20/ 30 °C por 12/12 h (12 h com luz/12h sem luz, período diurno/noturno), 20/ 30 °C por 24 h - de luz constante, 30 °C por 12/12 h e 30 °C por 24 h. Os regimes de iluminação foram em comprimentos de ondas de luz azul (LA - 450 nm), luz verde (LVE -500 nm), luz vermelho (LV -700 nm), luz vermelho distante (LVD -760 nm), luz branco (LB - 380 a 760 nm) e ausência de luz (AL – escuro total). Os comprimentos de luz foram obtidos submetendo os rolos para teste de germinação pela combinação de duas folhas de papel-celofane com cores correspondente aos tratamentos LA, LVE e LV, para o tratamento LVD foi utilizado duas folhas de cada papel-celofane nas cores vermelha e azul, assim como, para AL os rolos para o teste de germinação foram envolvidos por duas folhas de papel alumínio, para LB foi obtido sem utilização de filtros de proteção e sob luz de três lâmpadas fluorescentes brancas de acordo com a metodologia adaptada de (Yamashita et al., 2008; 2011).

Quanto à luminosidade recebida, os rolos de papel germitest, foram expostas à luz produzida por três lâmpadas fluorescentes luz do dia (20 W), fixadas internamente na porta do germinador do tipo BOD (Box Organism Development), que proporcionou uma densidade de fluxo, aproximada de 0,012 w m<sup>-2</sup> nm<sup>-1</sup>, e a ausência de luz foi obtida pelo revestimento dos rolos com duas camadas de papel aluminado, sendo que as avaliações da germinação das sementes foram realizadas em câmara escura sob luz verde (Yamashita et al., 2008; 2011).

As sementes utilizadas são oriundas de multiplicação em área experimental do Departamento de Fitotecnia, colhidas no ano safra 2018/2019, o beneficiamento foi realizado quando os frutos atingiram grau de umidade de 15,3% e 100% do epicarpo de coloração marrom.

Os testes para avaliação das sementes foram:

**Avaliação biométrica:** para determinar o número de sementes por fruto, foi realizada numa amostra de 100 unidades, a contagem manual do número de sementes/fruto. Para as determinações biométricas de frutos e sementes, foram utilizadas 100 unidades selecionadas ao acaso para medição individual do comprimento e diâmetro, utilizando-se um paquímetro digital, com precisão de 0,05 mm. O

comprimento foi medido da base até o ápice e o diâmetro na linha mediana dos frutos e sementes, após as medições os mesmos foram pesados individualmente em balança analítica com precisão de 0,001 g.

**Massa de mil sementes:** utilizaram-se oito subamostras de 100 sementes cada, seguindo a metodologia descrita nas Regras para Análises de Sementes (Brasil, 2009).

**Grau de umidade:** determinado pelo método de estufa  $105 \pm 3$  °C por 24 h, utilizando-se duas subamostras de 5 g (adaptado de Brasil, 2009).

**Teste de Germinação:** após a superação da dormência física das sementes por meio da escarificação mecânica com lixa n°. 80 aplicada ao lado oposto ao hilo (Chaodumrikul et al., 2016). Na sequência foi realizado com 4 repetições de 25 sementes distribuídas em substrato rolo de papel "germitest", umedecidos com água destilada na quantidade equivalente a 2,5 vezes a sua massa, e em seguida, colocadas para germinar sobre os regimes supracitados. As contagens de germinação foram realizadas aos 4 e ao 14 dia após a semeadura (DAS). O critério utilizado nas avaliações foi o de plântulas normais, aquelas que apresentarem as estruturas essenciais perfeitas, sendo os resultados expressos em percentagem de plântulas normais e anormais (Brasil, 2009). Depois da realização da semeadura os rolos foram revestidos nos papéis-celofanes supracitados.

**Primeira contagem da germinação (vigor), índice de velocidade de germinação (IVG) e tempo médio de germinação (TMG):** foram realizados conjuntamente com o teste padrão de germinação. O vigor foi determinado em percentagem de plântulas normais aos 7 DAS (Brasil, 2009). O IVG e o TMG foram determinados com avaliações diárias até 14 DAS, conforme a metodologia descrita por Maguire (1962) e Furbeck et al. (1993), respectivamente;

**Velocidade média diária (VMG):** determinada pela metodologia de Labouriau e Valadares (1976), expressa na Equação 1.

$$VMG=1/TMG \quad (1)$$

em que: V é a velocidade média de germinação; TMG é o tempo médio de germinação.

**Frequência relativa de germinação:** determinada pela metodologia de Labouriau e Valadares (1976), expressa na Equação 2.

$$Fr = ni / \sum_{i=1}^k ni \quad (2)$$

em que: Fr é a frequência relativa de germinação; ni é o número de sementes germinadas por dia;  $\sum ni$  é o número total de sementes germinadas.

**Entropia (índice de sincronização de germinação):** foi determinada pela metodologia adaptada de Labouriau e Valadares (1976), expressa na Equação 3:

$$E = \sum_{i=1}^k fi \cdot \log_2 \cdot fr \quad (3)$$

em que: E é a entropia informacional (bits); fr é a frequência relativa de germinação; log<sub>2</sub> é o logaritmo na base 2.

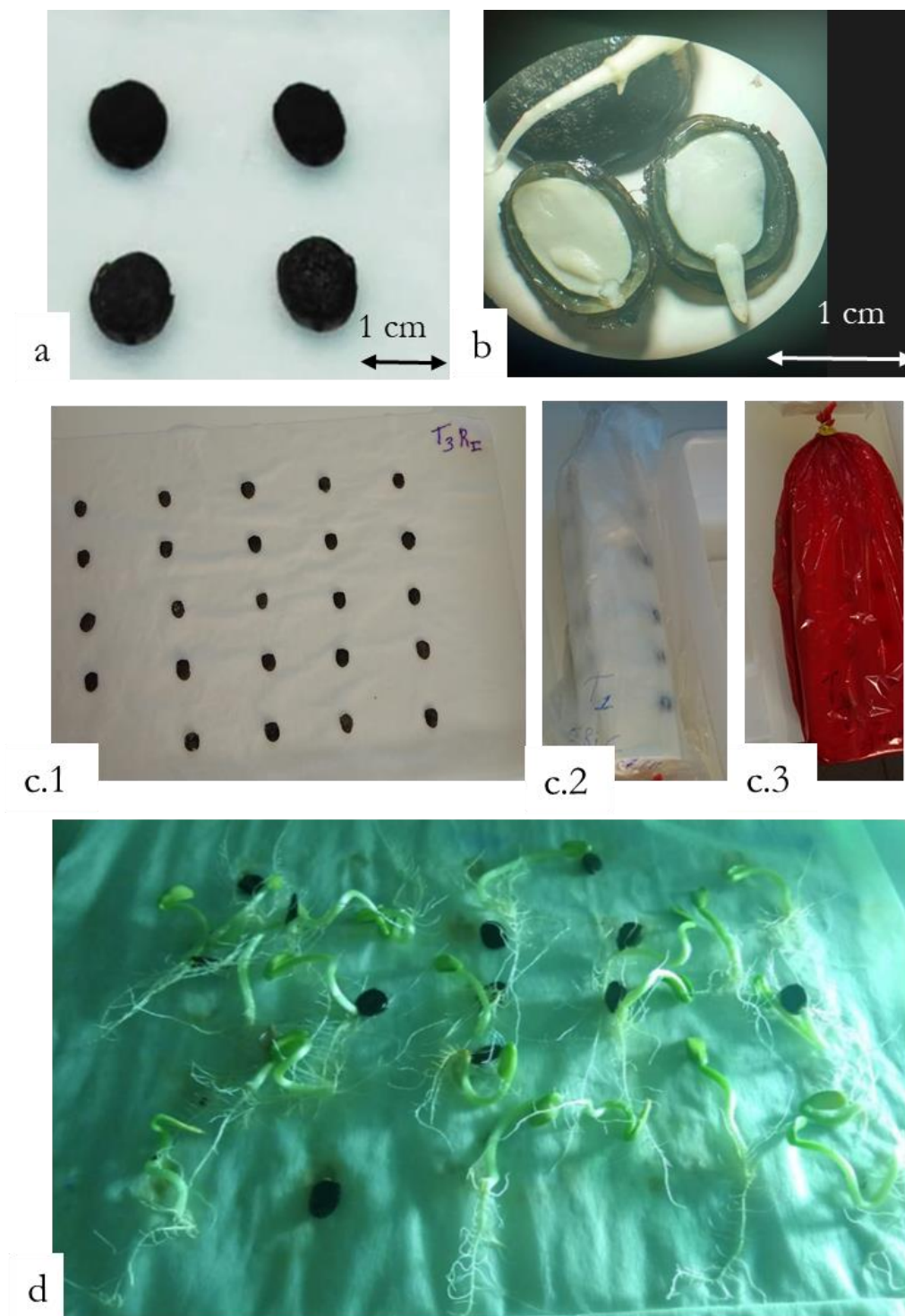
Os dados expressos em porcentagem foram transformados em arco-seno  $\sqrt{x}/100$  e, as análises de variância (ANOVA) e a comparação das médias pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ), foram realizadas com o auxílio do programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2014).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A biometria das sementes de bucha-vegetal obteve-se dimensões que variaram de 11,92 a 14,49 mm de comprimento, de 7,27 a 8,89 mm de largura e de 2,14 a 2,77 mm de espessura (Tabela 1 e Figura 1a).

**Tabela 1.** Biometria das sementes de bucha-vegetal (*Luffa cylindrica*). Fonte: os autores.

Parâmetros	Média	CV (%)	Desvio padrão	Intervalo de variação
Comprimento (mm)	13,21	0,48	3,62	11,92 - 14,49
Largura (mm)	8,06	0,32	3,94	7,27 - 8,89
Diâmetro (mm)	2,44	0,12	4,83	2,14 - 2,77
Massa de mil sementes (g)	177,7	2,81	5,05	176,8-179,3
Grau de umidade (%)	15,3			



**Figura 1.** Aspectos morfológicos da semente de Bucha-vegetal (*Luffa cylindrica*) a: sementes, b: emissão da radícula, c.1: disposição das sementes no papel germitest, c.2: rolos, c.3: papel-celofane e d: desenvolvimento das plântulas. Fonte: os autores.

A massa de mil sementes da bucha-vegetal foi em média de 177,7 g. O grau de umidade deste lote de sementes foi de 15,3%. Marcos Filho (2015) afirma que o grau e umidade das sementes é um fator que

interfere diretamente na massa das sementes, podendo variar de acordo com as condições do local de colheita, com a idade e grau de maturação das sementes.

As sementes de bucha-vegetal apresentaram elevado vigor (primeira contagem de germinação) avaliados aos 7 DAS, estendendo esse percentual até aos 14 DAS (germinação total) (Tabela 2). Com médias de 76%, 77%, 82%, 77%, 69% e 76% para os regimes de iluminação de LB, LV, LVD, LA, LVE e AL em todas as as combinações de temperaturas e fotoperíodos testadas, respectivamente para o vigor e germinação. A similariedade de germinação, neste caso, é um indicativo de elevado potencial fisiológico sem interferência térmica ou lúmica.

Para Castro e Vieira (2002), a germinação das sementes deve ser rápida, assim favorecendo a sua eficiência de manter-se entre determinados limites de temperatura. O trabalho de Roso et al. (2020) verificaram similaridade da germinação de sementes de flor-roxa (*Echium plantagineum* L.) submetidas a diferentes regimes de iluminação. Segundo Carvalho e Nakagawa (2000), a luz é um dos agentes naturais que influência de outros fatores envolvidos no processo de germinação, em que a mesma ocorrerá tanto na presença quanto na ausência de luz.

O índice de velocidade de germinação (IVG) apresentou interação entre as combinações de temperaturas e fotoperíodos e regimes de iluminação. Com médias de 45,981; 42,232; 46,892 e 26,864 para as combinações de temperaturas e fotoperíodos de 30 °C - 24 h, 20/30 °C - 24 h, 30 °C - 12/12 h e 20/30 °C - 12/12 h, nesta ordem. Observou-se no geral, que entre as combinações de temperaturas e fotoperíodos, a de 20/30 °C - 12/12 h para todos os regimes de iluminação apresentou IVG mais lento em comparação aos demais regimes de iluminação sobre as mesmas combinações, com média de 4,7 dias de tempo médio de germinação (TMG) e 0,214 dias<sup>-1</sup> de velocidade média de germinação (VMG).

Verificou-se, também, uma similaridade para a entropia, corroborando com a similaridade de vigor e de germinação de sementes de bucha-vegetal para as combinações de temperaturas e fotoperíodos e regimes de iluminação.

De acordo com Menegaes et al. (2018), a similaridade do vigor, da germinação e da VMG próximo de uma faixa térmica em diferentes regimes de iluminação é indicativo de que a espécie apresenta fotoblastismo neutro, aos autores observaram esse processo para as duas espécies de celosias (*Celosia argentea* L. and *Celosia cristata* L.). Silva et al. (2016), também, verificaram semelhante processo para as sementes de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.), em que o regime de iluminação não interfere na germinação de sementes desta espécie.

**Tabela 2.** Germinação, índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação, velocidade média de germinação e entropia de bucha-vegetal (*Luffa cylindrica*) em função de diferentes combinações de temperaturas e fotoperíodos e regimes de iluminação. Fonte: os autores.

Combinações de temperaturas e fotoperíodos	Regimes de iluminação (nm)						Média
	LB	LV	LVD	LA	LVE	AL	
Primeira contagem da germinação ou vigor (%)							
30 °C - 24 h	79 <sup>ns</sup>	76	83	78	72	73	77 A
20/30 °C - 24 h	75	72	76	78	71	69	74 A
30 °C - 12/12 h	73	78	88	72	68	76	76 A
20/30 °C - 12/12 h	77	80	80	78	66	84	78 A
Média	76 ab	77 ab	82 a	77 ab	69 b	76 ab	
CV(%)	8,48						
Germinação aos 14 DAS (%)							
30 °C - 24 h	79 <sup>ns</sup>	76	83	78	72	73	77 A
20/30 °C - 24 h	75	72	76	78	71	69	74 A
30 °C - 12/12 h	73	78	88	72	68	76	76 A
20/30 °C - 12/12 h	77	80	80	78	66	84	78 A
Média	76 ab	77 ab	82 a	77 ab	69 b	76 ab	
CV(%)	8,48						
IVG							
30 °C - 24 h	46,438 *Aa	44,931 Aa	50,427 Aa	46,352 Aa	43,255 Aa	44,486 Aa	45,981
20/30 °C - 24 h	42,908 Aa	41,296 Aa	43,848 Aa	42,926 Aa	42,898 Aa	39,518 Aa	42,232
30 °C - 12/12 h	44,861 Aa	48,311 Aa	55,543 Aa	43,171 Aa	42,579 Aa	46,889 Aa	46,892
20/30 °C - 12/12 h	25,246 Bb	27,120 Bb	29,490 Aa	24,602 Bb	22,890 Bb	31,838 Aa	26,864
Média	39,863	40,414	44,827	39,263	37,906	40,683	
CV(%)	16,96						
Tempo médio de germinação (dias)							
30 °C - 24 h	4,1 *Ba	4,1 Ba	4,1 Aa	4,1 Ba	4,1 Ba	4,1 Aa	4,1
20/30 °C - 24 h	4,2 Ba	4,2 Ba	4,2 Aa	4,2 Ba	4,1 Ba	4,2 Aa	4,2
30 °C - 12/12 h	4,1 Ba	4,1 Ba	4,0 Aa	4,1 Ba	4,0 Ba	4,1 Aa	4,1
20/30 °C - 12/12 h	4,8 Aa	4,7 Aa	4,6 Ab	4,8 Aa	4,7 Aa	4,6 Ab	4,7
Média	4,3	4,3	4,2	4,3	4,2	4,2	
CV(%)	3,66						
Velocidade média de germinação (dias <sup>-1</sup> )							
30 °C - 24 h	0,242 *Aa	0,243 Aa	0,244 Aa	0,242 Aa	0,244 Aa	0,245 Aa	0,243
20/30 °C - 24 h	0,240 Aa	0,239 Aa	0,240 Aa	0,240 Aa	0,244 Aa	0,241 Aa	0,241
30 °C - 12/12 h	0,246 Aa	0,247 Aa	0,248 Aa	0,243 Aa	0,248 Aa	0,246 Aa	0,246
20/30 °C - 12/12 h	0,210 Bb	0,213 Bb	0,219 Aa	0,208 Bb	0,214 Bb	0,220 Aa	0,214
Média	0,234	0,235	0,238	0,233	0,238	0,238	
CV(%)	3,55						
Entropia (bits)							
30 °C - 24 h	2,72 <sup>ns</sup>	2,63	2,88	2,70	2,49	2,54	2,66 A
20/30 °C - 24 h	2,59	2,48	2,62	2,55	2,46	2,37	2,51 A
30 °C - 12/12 h	2,54	2,72	3,07	2,50	2,37	2,64	2,64 A
20/30 °C - 12/12 h	2,45	2,56	2,61	2,46	2,13	2,77	2,50 A
Média	2,58 ab	2,60 ab	2,80 a	2,55 ab	2,36 b	2,58 ab	
CV(%)	10,03						

\* interação significativa e <sup>ns</sup> interação não significativa dos fatores. Teste de médias não seguidas pela mesma letra, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, diferem pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ). CV: Coeficiente de variação. DAS: dias após a semeadura.

Na Tabela 3, expõe os parâmetros de comprimento e massa seca radicular e departe aérea de plântulas de bucha-vegetal. Verificou-se que a maior média de comprimento radicular das plântulas de bucha-vegetal foi obtida nas combinações de temperaturas e fotoperíodos 20/30 °C - 12/12 h em regime de iluminação com luz LVD. Marcos-Filho (2015) relata que a expansão radicular facilita o desempenho e estabelecimento do estande de plantas no campo.

**Tabela 3.** Comprimento e massa seca radicular e departe aérea de plântulas de bucha-vegetal (*Luffa cylindrica*) em função de diferentes combinações de temperaturas e fotoperíodos e regimes de iluminação. Fonte: os autores.

Combinações de temperaturas e fotoperíodos	Regimes de iluminação (nm)						Média
	LB	LV	LVD	LA	LVE	AL	
Comprimento radicular de plântulas (cm)							
30 °C - 24 h	6,6 *Bb	6,3 Bb	9,7 Aa	6,5 Bb	6,1 Bb	7,5 Ab	7,1
20/30 °C - 24 h	9,2 Aa	8,3 ABa	8,8 Aa	8,2 ABa	8,2 ABa	5,7 Aa	8,1
30 °C - 12/12 h	7,3 ABab	8,0 ABab	11,1 Aa	6,7 Bb	6,7 Bb	6,7 Aab	7,7
20/30 °C - 12/12 h	8,3 ABab	9,2 Aab	10,9 Aa	9,2 Aab	10,5 Aa	10,0 Ab	9,7
Média	7,8	7,9	10,1	7,6	7,9	7,5	
CV(%)	15,23						
Comprimento de parte área de plântulas (cm)							
30 °C - 24 h	5,7 <sup>ns</sup>	5,6	6,7	6,3	6,6	7,3	6,4 B
20/30 °C - 24 h	4,8	4,8	5,6	5,7	5,3	4,5	5,1 B
30 °C - 12/12 h	4,7	6,9	9,7	6,9	6,7	8,9	7,3 B
20/30 °C - 12/12 h	7,0	7,4	9,4	8,3	9,9	9,3	8,6 A
Média	5,6 c	6,2 bc	7,8 a	6,8 abc	7,1 ab	7,5 ab	
CV(%)	20,26						
Massa seca radicular de plântulas (mg pl <sup>-1</sup> )							
30 °C - 24 h	7,5 <sup>ns</sup>	6,5	6,8	6,3	7	4,5	6,4 B
20/30 °C - 24 h	8,5	6,7	7,7	7,3	7,6	4,1	7,0 AB
30 °C - 12/12 h	7,4	6,1	6,8	6,1	6,6	3,7	6,1 B
20/30 °C - 12/12 h	9,2	7,3	8,5	7,4	8,2	7,1	7,9 A
Média	8,1 a	6,6 b	7,4 ab	6,8 b	7,3 ab	4,8 c	
CV(%)	14,68						
Massa seca de parta de aérea de plântulas (mg pl <sup>-1</sup> )							
30 °C - 24 h	15,6 <sup>ns</sup>	15,7	14,6	15	14,7	17	15,4 A
20/30 °C - 24 h	11,1	11,8	12,1	13,2	11,7	11,3	11,9 B
30 °C - 12/12 h	15,6	15,2	17,4	14,9	15	13,5	15,2 A
20/30 °C - 12/12 h	16,1	14,2	18,2	13,7	18,5	17,9	16,4 A
Média	14,6 a	14,2 a	15,6 a	14,2 a	15,0 a	14,9 a	
CV(%)	18,06						

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

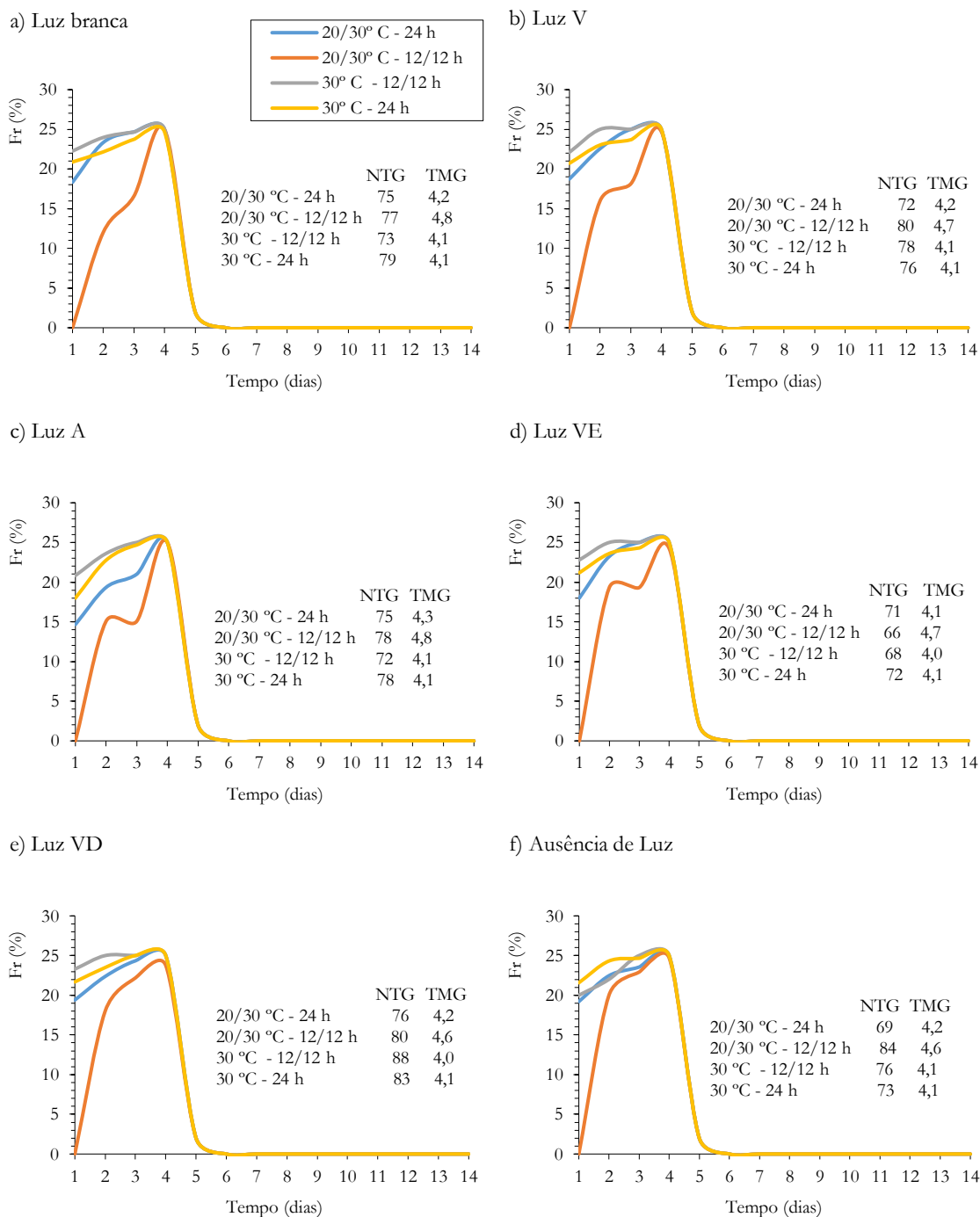
Quando avaliado o comprimento de parte aérea das plântulas, a temperatura e regime de luz 20/30 °C - 12/12 h se destaca das demais, apresentado resultado significativo quando comparada a seus pares. Observou-se que a massa seca radicular e de parte aérea das plântulas não apresentaram diferença significativa para os fatores testados. As médias foram de 8,1; 6,6; 7,4; 6,8; 7,3 e 4,8 mg pl<sup>-1</sup> e 14,6; 14,2; 15,6; 14,2; 15,0 e 14,9 mg pl<sup>-1</sup> de massa seca radicular e de parte aérea plântulas, para os regimes de iluminação de LB, LV, LVD, LA, LVE e AL em todas as as combinações de temperaturas e fotoperíodos testadas, para nesta ordem.

De acordo com Taiz e Zeiger (2009), 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.

Na Figura 2, a frequência relativa de germinação de sementes foi distribuída de forma semelhante para todos os tratamentos. Todavia, observou-se que a germinação na combinação de temperaturas e fotoperíodos 20/30° C - 12/12 h, tende a demorar mais para se iniciar comparada as demais, independente da fonte de luz utilizada. Mesmo assim, as distribuições de frequências para os regimes de iluminação LB, LV, LA, LVE, LVD e AL seguiram uma moda, que demonstra homogeneidade do potencial fisiológico das sementes em função das combinações de temperaturas e fotoperíodos e regimes de iluminação testadas. Em que a proximidade dos picos de germinação em média de 4 DAS.

Menegaes et al. (2018) verificaram que as coincidências dos picos de germinação para duas espécies de celosias estão relacionados ao seu potencial fisiológico e genético, sendo esse potencial afetado negativamente a germinação e o TMG, conforme a presença ou ausência de luz. Já Alves et al. (2011) atribuíram que o deslocamento da linha de frequência relativa se dá em função do TMG, promovendo um atraso no processo de germinação das sementes de canafistula (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taubert), sendo esse por um fator limitante.





**Figura 2.** Frequências relativas (Fr; %) de sementes germinadas de bucha-vegetal (*Luffa cylindrica*) em função de diferentes combinações de temperaturas e fotoperíodos e regimes de iluminação. NTG: número sementes germinadas (unidades), TMG: tempo médio de germinação (dias). Fonte: os autores.

## CONCLUSÃO

Houve germinação das sementes de bucha-vegetal em todas as combinações de temperaturas e fotoperíodos e regimes de iluminação testados, caracterizando essa espécie como fotoblástica neutra. No geral, a germinação, comprimento e massa seca de plântulas e frequência relativa foram maiores nas


combinações de temperaturas e fotoperíodos 20/30 °C - 12/12 h em regime de iluminação com luz vermelho distante (LVD).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS


- Alvares CA et al. (2013). Koppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22(1): 711–728.
- Alves EU et al. (2011). Emergência e crescimento inicial de plântulas de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taubert sob diferentes substratos. *Revista Ciência Agronômica*, 42(2): 439-447.
- Annunciado TR (2005). Estudo da *Chorisia speciosa* e Outras Fibras Vegetais Como Sorventes Para o Setor de Petróleo. Escola de Engenharia, Universidade Federal do Paraná (Dissertação), Curitiba, 106p.
- Bewley JD, Black M (1985). *Seeds physiology of development and germination*. New York: Plenum Press, 367p.
- Bisognin DA (2002). Origin and Evolution of Cultivated Cucurbits. *Ciência Rural*, 32(5): 715-723.
- Brasil (2009). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Regras para Análise de Sementes*. Brasília: MAPA. 395p.
- Carvalho JDV (2007). Dossiê técnico: cultivo de bucha vegetal. Brasília: Centro de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Universidade de Brasília, 19p.
- Carvalho NM, Nakagawa J (2012). *Sementes: ciência, tecnologia e produção*. 5. ed. Jaboticabal: FUNEP, 409 p
- Castro PRC, Vieira EL (2001). *Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical*. Guaíba: Agropecuária, 132p.
- Castro RD et al. (2004) *Desenvolvimento de sementes e conteúdo de água*. Ferreira AG, Borguetti F (Org.). Porto alegre: Artmed, 51-67p.
- Chaodumrikul. S. et al. (2016) Breaking seed dormancy in smooth loofah (*Luffa cylindrica* (L.) M. Roem.) using scarification and dry heat treatment. *Agriculture and Natural Resources*, 50(2): 85-88.
- D'Almeida ALFS et al. (2005). Acetilação de Fibra de Bucha (*Luffa cylindrica*). *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, 15(1): 59-62.
- Ferreira DF (2014). Sisvar: A guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. *Ciência e Agrotecnologia*, 38(2): 109-112.
- Furbeck SM et al. (1993). Relationship of seed and germination measurements with resistance to seed weathering cotton. *Seed Science and Technology*, 21(3): 505-512.
- IBGE (2016). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Bucha-vegetal. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/>. Acesso em: 16/04/2020.

- Kishkel B et al. (2015). Avaliação do Tratamento de Esponja Vegetal (*Luffa cylindrica*) com Hidróxido de Sódio para Imobilização de Células de *Saccharomyces cerevisiae*. *Blucher Biochemistry Proceedings*, 1(2): 251-254.
- Labouriau LG, Valadares MEB (1976). On the germination of seeds *Calotropis procera* (Ait.) Ait.f. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 48(2): 263-284.
- LEE, S. YOO.J.G. Method for preparing transformad luffa cylindrica Roem (World Intellectual property organization) <http://www.wipo.int/pctdb/en/wo/jps>, 2006
- Maguire JD (1962). Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, 2(2): 176-177.
- Marcos-Filho J (2015). *Fisiologia de sementes de plantas cultivadas*. Londrina: ABRATES. 650p.
- Menegaes JF et al. (2018). Photoblastic and temperatures in the germination of cockscomb seeds. *Ornamental Horticulture*, 24(4): 408-414.
- Roso R et al. (2020). Light quality and dormancy overcoming in seed germination of *Echium plantagineum* L. (Boraginaceae). *Brazilian Journal of Biology*, 81(1): 1-7.
- Shen J et al. (2014). Water-Responsive Rapid Recovery of Natural Cellular Material. *Journal of the Mechanical Behaviour Biomedical Materials*, 34(1): 283-293.
- Silva FJ et al. (2016). Efeito da luz na germinação e desenvolvimento de plântulas de pinhão-mansão (*Jatropha curcas* L.) de distintas procedências. *Hoehnea*, 43(2): 195-202.
- Silva TF (2019). Avaliação da fibra da bucha vegetal (*Luffa cylindrica*) e das folhas de taboa (*Typha angustifolia* L.) como materiais adsorventes para a remoção do agrotóxico tebuconazol de água contaminada. Universidade Federal de Goiás (Dissertação), 104p.
- Sokolowski F, Takaki M (2004). Germination of jacarandá mimosifolia (D. Don- Bignoniaceae) seeds: effects of light, temperature and water stress. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 47(5): 785-792.
- Taiz L, Zeiger E (2009). *Fisiologia vegetal*. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 819p.
- Tanobe, V. O. A. Caracterização de Fibras de Esponjas de *Luffa cylindrica* Para Utilização em Compósitos Com Matriz Polimérica. Curitiba, 2003. 161 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Materiais e Processos) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003.
- Vidaver W (1980). Light and seed germination. Khan AA (Org.). New York: North-Holland Publishing Company, 181-192p.
- Yamashita OM et al. (2008). Influência da temperatura e da luz na germinação de sementes de couve-cravinho (*Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass.). *Revista Brasileira de Sementes*, 30(3): 202-206.
- Yamashita OM et al. (2011). Germinação de sementes de *Conyza canadenses* e *Conyza bonariensis* em função da qualidade de luz. *Planta Daninha*, 29(4): 737-743.

## Qualidade fisiológica de sementes de quinoa armazenadas por diferentes períodos

 10.46420/9786588319437cap7


Janete Denardi Munareto<sup>1\*</sup> 

Janine Farias Menegaes<sup>2</sup> 

Ubirajara Russi Nunes<sup>3</sup> 

Sandro Luis Petter Medeiros<sup>3</sup> 

Edmar Soares de Vasconcelos<sup>4</sup> 

André Luís Tischler<sup>5</sup> 

### INTRODUÇÃO

Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) é uma espécie de interesse agrônômico, nativa da região andina e cultivada, em escala industrial, na Bolívia, Peru, Equador, Colômbia, Argentina e Chile. A elevada capacidade adaptativa da cultura se deve a diversidade genética, resultante de um processo evolutivo de interação com os fatores ambientais de cada local, tornando-a apta a tolerar o cultivo em ambientes secos tanto frios, como quentes e em solos salinos (Ruiz et al., 2014; 2016).

De 2000 a 2019, observou-se um aumento significativo da área cultivada, principalmente na Bolívia de 35.690 para 64.789 ha<sup>-1</sup> e Peru, com 27.578 a 37.625 ha<sup>-1</sup> (García-Parra et al., 2020). Apesar de ter uma área de cultivo maior, em 2018, a Bolívia passou ser o segundo produtor mundial, devido à baixa tecnologia de cultivo e problemas climáticos. Com melhor tecnologia Peru passou a ocupar o primeiro lugar em produção e exportação (IBCE, 2019), atendendo os principais países importadores de quinoa, como os Estados Unidos (31,7%), França (9,0%), Canadá (8,5%) e Alemanha (6,7%) (Statista, 2019).

Nos últimos anos a cultura da quinoa vem se destacando como uma importante alternativa para atender à demanda global por alimentos, especialmente em regiões onde a população não tem acesso a fontes adequadas de proteína, devido a limitações ambientais para produção de alimentos. Nesse sentido, essa cultura torna-se atrativa não só para diversificar o sistema agrícola, mas, também desempenhando um papel social importante na segurança alimentar a nível global.

<sup>1</sup> Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Dr.<sup>a</sup> em Agronomia.

<sup>2</sup> UFSM, Dr.<sup>a</sup> Professora voluntária do Departamento de Fitotecnia.

<sup>3</sup> UFSM, Dr. Professor Adjunto do Departamento de Fitotecnia.

<sup>4</sup> Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE). Professor Adjunto, Centro de Ciências Agrárias.

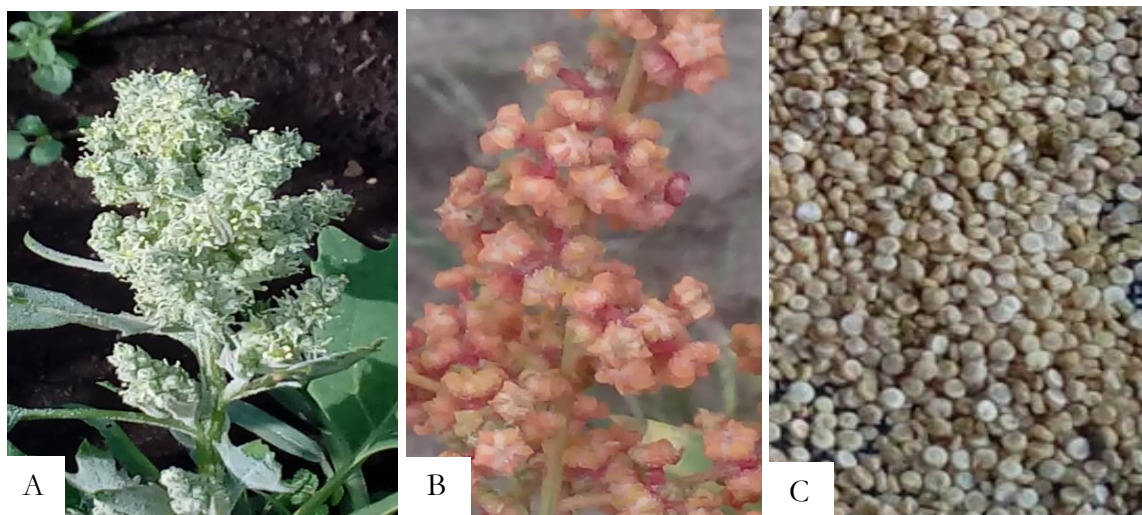
<sup>5</sup> UFSM, Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Agronomia.

\*Autor(a) correspondente: jdmunareto@gmail.com

Pode ser consumida por humanos e animais, ou usada como planta de cobertura do solo e seus subprodutos nas indústrias alimentos, farmacêuticas e químicas (Restrepo et al., 2005; Spehar et al., 2007). A proteína de seus grãos tem uma composição equilibrada de aminoácidos, baixos teores de gorduras saturadas e ausência de glúten, além de ser rica em fibras, minerais e vitaminas quando comparada a outros cereais (Navruz-Varli et al., 2016). Outra característica relevante é a ausência de glúten na sua composição, importante na dieta de pessoas celíacas (Nascimento et al., 2014).

Até os anos 1980, a quinoa se restringia a Região Andina, nos últimos 30 anos, essa espécie vêm sendo testada em todos os continentes, com a crescente popularidade, principalmente após o ano de 2013, “Ano Internacional da Quinoa”. Uma rede de pesquisa com mais de 95 países, com o apoio técnico da *Food and Agriculture Organization* (FAO, sigla em inglês), estão cultivando ou fazendo experimentos com a quinoa (Bazile et al., 2016). Além do plantio, alguns países trabalham no melhoramento para desenvolver variedades específicas com base nas condições climáticas de cada região.

A quinoa é uma planta eudicotiledônea, herbácea anual, família Amaranthaceae (APG III, 2009). É classificada como um pseudocereal, pois se assemelha aos cereais quanto a sua composição nutricional, porém sem fazer parte da mesma família (Figura 1). Nas condições do Brasil Central o ciclo de cultivo varia de 80 a 150 dias e com altura de planta em média de 1,90 m. A diferenciação floral ocorre aos 30 dias após a emergência (DAE) e após 45 dias ocorre à antese (Spehar; Santos, 2002).



**Figura 1.** Panícula de quinoa em florescimento (A), em maturação(B) e sementes de quinoa (C). Fonte: os autores.

A espécie vem sendo estudada, no Brasil, desde a década de 1990, na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), com o objetivo de diversificar o sistema produtivo do Cerrado (Spehar et al., 2011). Trabalhos de melhoramento genético deram origem a duas cultivares BRS Piabiru e

Syetetuba. O potencial produtivo das cultivares é de até 3.000 kg ha<sup>-1</sup> (Spehar, Santos, 2002; Spehar et al., 2011). Entretanto, essas cultivares ficaram restritas a região do Cerrado.

Estudos têm sido realizados na Região Sul, nos Estados do Paraná e no Rio Grande do Sul, em Marechal Cândido Rondon, PR, o programa de melhoramento vegetal da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE) vem selecionando genótipos de quinoa adaptados às condições mais frias do Sul do Brasil (Vasconcelos et al., 2013, 2019). Testando a cultivar BRS Piabiru (em Pelotas, RS) Soares et al. (2017), observaram grande desuniformidade na maturação de sementes e qualidade fisiológica baixa, ressaltando a necessidade de seleção de genótipos mais adaptados ao cultivo da região.

Dentre as etapas pelas quais as sementes passam após a colheita, o armazenamento é fundamental para que as sementes mantenham a sua viabilidade (França Neto et al., 2014). Existem fatores importantes na manutenção da qualidade das sementes durante o armazenamento como: temperatura umidade relativa do ar, tipos de embalagens, disponibilidade de oxigênio e período de armazenamento (Carvalho; Nakagawa, 2012; Marcos Filho, 2015). Um dos fatores que tem limitado a expansão da quinoa é a manutenção da qualidade de suas sementes entre safras, em que Strenske et al (2015), relatam diminuição na germinação de sementes de quinoa com tempo de armazenamento.

Diante do potencial da cultura, em seu cultivo faz-se necessário avaliar qualidade fisiológica das sementes durante o armazenamento a fim de auxiliar na tomada de decisão na hora da semeadura. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência do período de armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de quinoa.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido no Laboratório Didático e de Pesquisas em Sementes localizado 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% (Alvares et al., 2013).

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5x2 (cinco lotes de sementes e duas avaliações de qualidade de sementes), com quatro repetições, sendo cada unidade experimental composta de 50 sementes. Os lotes de sementes de quinoa do genótipo Q13-31 são provenientes dos experimentos conduzidos na área experimental do Departamento, sendo estes:

Lote 1: semeadura 01/12/2016 e colheita 71 dias após a semeadura (DAS)

Lote 2: semeadura 01/05/2017 e colheita 100 DAS;

Lote 3: semeadura 07/10/2017 e colheita 87 DAS;

Lote 4: semeadura 09/11/2017 e colheita 89 DAS;

Lote 5: semeadura 07/12/2017 e colheita 90 DAS.

Após a colheita, as sementes foram limpas e armazenadas em câmara fria (15 °C e 40% UR) em potes de propileno (780 mL), com grau de umidade médio de 12,0% até a execução dos experimentos. As avaliações da qualidade de semente ocorreram, a primeira em novembro a dezembro de 2018 e segunda em novembro a dezembro de 2020.

As amostras de sementes de cada lote foram avaliadas inicialmente quanto às características físicas e fisiológicas iniciais dos lotes, através da realização dos seguintes testes:

Massa de mil sementes: segundo metodologia descrita nas Regras para Análises de Sementes (Brasil, 2009).

Grau de umidade: foi determinado pelo método estufa a  $105 \pm 3$  °C por 24 h, utilizando-se duas repetições de 2 g de sementes conforme a metodologia adaptada de Brasil (2009).

A primeira contagem de germinação - foi realizada simultaneamente com o teste de germinação com quatro repetições de 50 sementes, em regime de luz constante, em caixas plásticas transparentes (caixas gerbox), sobre duas folhas de papel germiteste umedecidas com água destilada (2,5 vezes a massa do substrato). As caixas foram mantidas em câmara de germinação a 20 °C, com avaliações aos quatro DAS a primeira contagem (PCG) e aos seis DAS contagem de germinação total (GER) (Borges, 2017a). Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais, conforme Brasil (2009).

Comprimento de raiz e de parte aérea: avaliou-se o comprimento médio de 10 plântulas normais (parte aérea e raiz) retiradas ao acaso no quarto dia do teste de germinação a 20 °C, em rolo de papel germiteste. As plântulas foram mensuradas com o auxílio de uma régua graduada em milímetros.

Massa seca de plântula: foram realizadas em 10 plântulas provenientes do teste anterior, acondicionadas em sacos de papel, em estufa de circulação de ar a  $60 \pm 5$  °C, até atingir massa seca constante. Em seguida, as plântulas foram pesadas em balança de precisão (0,001 g) e o valor obtido pela soma de cada repetição foi dividido pelo número de plântulas utilizadas.

Condutividade elétrica (CE) pelo método massal: utilizou-se 50 sementes em 50 mL de água deionizada, inicialmente realizou-se a contagem manual das sementes e a sua respectiva pesagem em balança digital (0,001 g). Na sequência do experimento as sementes foram dispostas em copos plásticos (180 mL), contendo água deionizada nos volumes pré-determinados e mantidos em câmara B.O.D a 20 °C durante os períodos de embebição. Após cada período de condicionamento, a condutividade elétrica da solução foi mensurada em condutivímetro DIGIMED DM-31, e os valores médios, para cada lote, expressos em  $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$  (Munareto, 2020).

Emergência de plântulas foi conduzida sob condições ambientais de laboratório em semeadura feita a uma profundidade de 0,2 cm distribuídas em areia com textura média, em caixas plásticas (caixas

gerbox), com quatro repetições de 50 sementes com irrigação periódica. Aos 14 DAS, foi contabilizado o número de plântulas emergidas.

Índice de deterioração de primeira contagem de germinação (ID.PCG): foi determinado pela metodologia adaptada de Ahmad et al. (2012) e de Menegaes et al. (2019), expressa na Equação 1:

$$\text{ID.PCG} = ((\text{PCG}_{2^{\text{av.}}} - \text{PCG}_{1^{\text{av.}}}) / \text{PCG}_{\bar{x}}) * 100 \quad (1)$$

em que:  $\text{PCG}_{2^{\text{av.}}}$ : primeira contagem de germinação na segunda avaliação fisiológica,  $\text{PCG}_{1^{\text{av.}}}$ : primeira contagem de germinação na primeira avaliação fisiológica,  $\text{PCG}_{\bar{x}}$ : média da primeira contagem de germinação das duas avaliações.

Índice de deterioração de germinação (ID.GER): foi determinado pela metodologia adaptada de Ahmad et al. (2012) e de Menegaes et al. (2019), expressa na Equação 2:

$$\text{ID.GER} = ((\text{GER}_{2^{\text{av.}}} - \text{GER}_{1^{\text{av.}}}) / \text{GER}_{\bar{x}}) * 100 \quad (2)$$

em que:  $\text{GER}_{2^{\text{av.}}}$ : germinação na segunda avaliação fisiológica,  $\text{GER}_{1^{\text{av.}}}$ : germinação na primeira avaliação fisiológica,  $\text{GER}_{\bar{x}}$ : média da germinação das duas avaliações.

Índice de deterioração de condutividade elétrica (ID.CE): foi determinado pela metodologia adaptada de Ahmad et al. (2012) e de Menegaes et al. (2019), expressa na Equação 3:

$$\text{ID. CE} = ((\text{CE}_{2^{\text{av.}}} - \text{CE}_{1^{\text{av.}}}) / \text{CE}_{\bar{x}}) * 100 \quad (3)$$

em que:  $\text{CE}_{2^{\text{av.}}}$ : condutividade elétrica na segunda avaliação fisiológica,  $\text{CE}_{1^{\text{av.}}}$ : condutividade elétrica na primeira avaliação fisiológica,  $\text{CE}_{\bar{x}}$ : média da condutividade elétrica das duas avaliações.

Índice de deterioração de emergência de plântulas (ID.EPL): foi determinado pela metodologia adaptada de Ahmad et al. (2012) e de Menegaes et al. (2019), expressa na Equação 4:

$$\text{ID. EPL} = ((\text{EPL}_{2^{\text{av.}}} - \text{EPL}_{1^{\text{av.}}}) / \text{EPL}_{\bar{x}}) * 100 \quad (4)$$

em que:  $\text{EPL}_{2^{\text{av.}}}$ : emergência de plântulas na segunda avaliação fisiológica,  $\text{EPL}_{1^{\text{av.}}}$ : emergência de plântulas na primeira avaliação fisiológica,  $\text{EPL}_{\bar{x}}$ : média da emergência de plântulas das duas avaliações.

Os dados expressos em percentagem foram transformados em  $\arcsen\sqrt{x/100}$  (arco-seno). Após foram realizadas as análises da variância (ANOVA) dos dados e a comparação de médias pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ), com o auxílio do programa SISVAR (Ferreira, 2011).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Grau de umidade (GRU), massa de mil sementes (MMS), primeira contagem (PCG), germinação (GER), condutividade elétrica massal (CE), emergência de plântulas (EPL), comprimento radicular (CPR) e de parte aérea (CPA) de plântula e massa seca de plântula (MSP) de quinoa estão apresentados na Tabela 1.



No ano de 2018, verificou-se um padrão semelhante nos teores de água inicial dos lotes que se situaram em média em 12,3% (Tabela 1). Após dois anos de armazenamento, houve uma pequena variação de nos teores de água nos lotes 2 e 3 de 0,3% e 0,6% respectivamente em relação a 2018. Nos lotes 1, 4 e 5 foi observado uma diminuição no GRU, principalmente no lote 1 que passou de 12% para 10%, ou seja 2 % a menos de água na semente após armazenamento. Essa variação de umidade de 2% não compromete a confiabilidade do resultado (Marcos Filho, 2015).

Além da presença de amido na semente, a temperatura também possui influência no processo higroscópico, sendo que, quando armazenadas em câmara fria e a temperaturas mais baixas estas tendem, por consequência, a atingir seu equilíbrio higroscópico com teores de água mais baixos (Borges, 2017 a), fato que corrobora com os resultados observados neste estudo se considerado os lotes 1, 4 e 5 onde as sementes armazenadas por mais tempo apresentaram menor grau de umidade resultante. De acordo com Hernández et al. (2020), valores de umidade entre 8-13% são adequados para aumentar a conservação e a vida útil da semente de quinoa, estando os resultados do presente estudo dentro desta margem sugerida, entre 10% e 12,9 %.

**Tabela 1.** Grau de umidade (GRU; %), massa de mil sementes (MMS; g), primeira contagem (PCG; %), germinação (GER; %), condutividade elétrica massal (CE;  $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ ), emergência de plântulas (EPL; %), comprimento radicular (CPR; cm) e de parte aérea (CPA; cm) de plântula e massa seca de plântula (MSP;  $\text{mg pl}^{-1}$ ) de quinoa (genótipo Q13-31) armazenadas em diferentes períodos. Fonte: os autores.

Lotes	Avaliações								
	2018	2020	Média	2018	2020	Média	2018	2020	Média
	GRU (%)			MMS (g)			PCG (%)		
1	12,0 *Aa	10,0 Bc	11,0	3,2 <sup>ns</sup>	2,7	3,0 a	90 *Ab	0 Ba	23
2	12,2 Aa	12,5 Aa	12,4	2,6	2,4	2,5 a	86 Ab	0 Ba	22
3	12,3 Aa	12,9 Aa	12,6	2,8	2,5	2,7 a	72 Ac	0 Ba	18
4	12,5 Aa	11,7 Bb	12,1	2,8	2,6	2,7 a	92 Ab	0 Ba	23
5	12,4 Aa	11,6 Bb	12,0	2,9	2,7	2,8 a	96 Aa	0 Ba	24
Média	12,3	11,7		2,9 A	2,6 A		87	0	
CV (%)	3,99			4,30			21,04		
	GER (%)			CE ( $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ )			EPL (%)		
1	91 * Ab	40 Bc	66	223,3 *Bc	489,4 Aa	356,4	91 *Aa	59 Bb	75
2	89 Ac	79 Bb	84	297,3 Ba	383,0 Ab	340,2	90 Ab	49 Bc	69
3	71 Ad	36 Bc	54	225,3 Bc	380,9 Ab	303,1	68 Ad	58 Bb	63
4	93 Aa	82 Bb	88	252,9 Bb	350,1 Ac	301,5	88 Ac	73 Ba	80
5	96 Aa	90 Ba	93	247,9 Bb	357,0 Ac	302,5	94 Aa	78 Ba	86
Média	88	65		249,3	392,1		86	63	
CV (%)	9,75			8,56			9,02		
	CPR (cm)			CPA (cm)			MSP ( $\text{mg pl}^{-1}$ )		
1	2,3 * Aa	0,1 Bb	1,2	2,3 *Aa	1,8 Ba	2,1	1,35 *Ab	0,65 Bb	1,00
2	2,8 Aa	0,2 Bb	1,5	2,5 Aa	2,0 Ba	2,3	1,58 Aa	0,88 Ba	1,23
3	1,9 Ab	0,3 Ab	1,1	1,7 Ab	1,6 Ab	1,7	1,25 Ab	0,68 Bb	0,97
4	2,1 Ab	0,3 Bb	1,2	2,3 Aa	1,9 Ba	2,1	1,53 Aa	0,60 Bb	1,07
5	2,2 Ab	0,3 Bb	1,2	2,5 Aa	1,7 Bb	2,1	1,60 Aa	0,73 Bb	1,17
Média	2,3	0,2		2,3	1,8		1,46	0,71	
CV (%)	12,98			10,09			22,21		

\* efeito significativo e <sup>ns</sup> não significativo entre os lotes de sementes e avaliações de qualidade de sementes. Teste de médias não seguidas pela letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, diferem pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ). CV: coeficiente de variação.

Com base na massa de mil sementes (MMS) não foram observadas diferenças estatísticas entre os lotes de sementes e os anos de armazenamento e a oscilação de umidade nas sementes durante o período analisado não influenciaram nessa massa final, a qual oscilou entre 2,5 a 3,0 g (Tabela 1).

O desempenho de um lote de sementes é avaliado através de testes vigor e viabilidade (Peske et al., 2012). Na PCG, aos 4 DAS todos os lotes apresentaram altos índices de vigor, com exceção do lote 3 (Tabela 1). Aos 6 DAS a GER e na EPL, aos 14 dias, e MSP foi observada uma superioridade no ano de 2018 em relação ao ano de 2020 em todos os lotes, o que evidencia que a sementes armazenadas por menos tempo perdem menos a viabilidade e apresentam maiores quantidades de massa seca de plântulas final. Isso evidencia a sensibilidade da cultura ao armazenamento prolongado das sementes, fato também observado por Strenske et al. (2015) e Rodrigues et al. (2019).

As sementes de quinoa possuem a tendência de rapidamente perderem sua viabilidade não apenas em razão de fatores extrínsecos e intrínsecos, mas, também em razão das consequências que essas variações decorrem nas sementes, a citar, por exemplo, as variações da porosidade do tegumento que são desencadeadas pelas variações de umidade e que possuem, também influência nos processos de germinação posteriormente (Spehar et al., 2007), acarretando assim, na redução da qualidade fisiológica das sementes (Goldfarb; Queiroga, 2013).

Longos períodos de armazenamento podem desencadear alterações metabólicas nas sementes, o que interfere no processo germinativo (Marcos Filho, 2015), o que está de acordo com os resultados encontrados neste estudo onde os maiores índices de germinação (GER) foram visualizados nas sementes armazenadas por menos tempo. Strenske et al. (2015; 2017) e Souza et al. (2016) relatam que aumento do período de armazenamento retarda o início da germinação das sementes de quinoa. Esses autores relatam que essa diminuição ocorreu independente das condições de armazenamento.

Na Tabela 1, na primeira contagem de germinação (PCG) valores iguais a zero para os testes realizados no ano de 2020, na Tabela 2, isso é confirmado na deterioração total da semente (100%) no índice de deterioração primeira contagem de germinação (ID.PCG) em todos os cinco lotes estudados, não havendo diferenças estatísticas significativas entre os lotes, o que corrobora com os resultados de Strenske et al. (2017) e Rodrigues et al. (2019), ao qual menciona que o aumento da deterioração ocorre com o aumento do tempo de armazenamento e, por consequência, diminui a percentagem de germinação.

Carvalho e Nakagawa (2012) ressaltam que as sementes podem ser armazenadas por determinados períodos de tempo em condições controladas, entretanto, a diminuição da qualidade fisiológica que será oriunda deste processo não poderá ser revertida, exceto em casos de dormência. No âmbito das alterações fisiológicas, a primeira contagem da germinação, a germinação e a emergência das plântulas são algumas das características que representarão essas variações a nível prático.

No que tange ao índice de deterioração de germinação (ID.GER), o lote 5 apresentou o menor valor em percentual (7%), indicando que o menor período de armazenamento afetou menos a deterioração e o processo de germinação das sementes. Fato contrário pode ser observado ao período de maior armazenamento, referente ao lote 1, que apresentou o maior percentual de ID.GER (79%) e o maior percentual de índice de deterioração de condutividade elétrica (ID.CE) que foi de 75%, seguida do segundo maior índice de deterioração de emergência de plântulas (ID.EPL), que atingiu 43% e, ao qual, não diferiu estatisticamente do lote 2 (59%).

A realização do teste de condutividade elétrica faz parte da rotina dos laboratórios oficiais e nas empresas que comercializam sementes para a verificação do vigor em relação ao tempo de armazenamento. Estudos com a finalidade de avaliar a eficiência da técnica e diferentes períodos de armazenamento já foram realizados nas culturas de cevada (*Hordeum vulgare* L.) (Tunes et al., 2008), gergelim (*Sesamum indicum*

L.) (Torres et al., 2009), feijão-mungo-verde (*Vigna mungo* L.) (Araujo et al., 2011) e hortelã do campo (Sales et al., 2011), por exemplo.

Quanto maior a CE, menor a GER das sementes fato que pode ser observado na Tabela 1, onde o menor tempo de armazenamento apresenta maior GER, observamos realidade similar na Tabela 2, onde períodos de armazenamento mais curtos tendem a deteriorar menos e possibilitar maior percentual da GER de sementes. Segundo Borges et al. (2017b), os valores de emergência de plântulas variam significativamente se armazenados em ambiente controlado e não controlado. Associando o presente estudo e a condição controlada de armazenamento testada, infere-se que o índice de deterioração de emergência de plantas (ID.EPL) resultante seria menor se comparada em relação a condição não controlada.

No que diz respeito ao ID.CE, maiores quantidades de eletrólitos lixiviados pelas sementes resultam no baixo vigor destas e indicam uma maior deterioração (Marcos Filho, 2015) Na Tabela 2 observa-se que o lote com menor ID.CE foi o lote 2 (25%), indicando, portanto, o maior vigor deste lote em relação aos demais, seguido dos lotes 4 (32%) e 5 (36%), respectivamente. O lote 1 que apresentou maior lixiviação dos eletrólitos é o que possui também, além de menor germinação, o menor vigor.

No índice de deterioração na emergência de plântulas (ID.EPL), não houve diferenças significativas entre os lotes 3 (17%), 4 (19%) e 5 (19%), os quais seriam os mais indicados considerando os menores ID.EPL observadas nestes tratamentos. Por outro lado, tanto o lote 1 quanto o lote 2, armazenados por um maior período de tempo apresentaram maior percentual de deterioração para a emergência de plântulas.

**Tabela 2.** Índice de deterioração primeira contagem de germinação (ID.PCG), de germinação (ID.GER), de condutividade elétrica (ID.CE), de emergência de plântulas (ID.EPL) de sementes de quinoa (genótipo Q13-31) armazenadas em diferentes períodos. Fonte: os autores.

	ID.PCG (%)	ID.GER (%)	ID.CE (%)	ID.EPL (%)
1	100 <sup>ns</sup>	79 *a	75 *a	43 *a
2	100	12 c	25 d	59 a
3	100	67 b	51 b	17 b
4	100	12 c	32 c	19 b
5	100	7 d	36 c	19 b
Média	100	35	44	31
CV (%)	0,00	19,62	8,96	12,07

\* efeito significativo e <sup>ns</sup> i não significativo entre os lotes de sementes. Teste de médias não seguidas pela letra diferem pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ). CV: coeficiente de variação.

Sementes condicionadas por um período maior de tempo apresentam menor germinação, menor vigor e, por consequência, menor emergência de plântulas e maior deterioração, conforme é possível visualizar nas Tabelas 1 e 2. Resultados similares também foram encontrados por Souza et al. (2016)

estudando diferentes períodos de armazenamento de sementes de quinoa e, por Menegaes (2019) e Menegaes et al. (2019), ambos estudando a emergência de plântulas de cártamo (*Carthamus tinctorius* L.).

Estudos com a utilização destas variáveis para a cultura da quinoa ainda são incipientes, fato, também observado por Borges et al. (2016; 2017b) ao qual evidenciou em seus estudos a percepção de que a cultura ainda não apresenta parâmetros reconhecidos e estabelecidos para a quinoa pelas regras de análise de sementes (Brasil, 2009), assim como nas regras de sementes internacionais (ISTA, 2014), o que torna as pesquisas da qualidade fisiológica de germinação, vigor, condutividade elétrica e emergência de plântulas de extrema importância para o avanço e progresso da cultura da quinoa.

## CONCLUSÃO

Lotes com maior período de armazenamento como o lote 1 apresentam redução do potencial e da qualidade fisiológica da semente de quinoa se condicionadas a 15 °C de temperatura e 40% de umidade relativa. Já para sementes armazenadas por um período menor de tempo como no lote 5 essas alterações na qualidade são menores.

Quanto menor o tempo de armazenamento em ambiente controlado, maior os potenciais de germinação, vigor e a emergência de plântulas de quinoa.


## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS


- Ahmad I et al. (2012) Effect of cadmium on seed germination and seedling growth of four wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars. *Pakistan Journal of Botany*, 44(5): 1569-1574.
- Alvares CA et al. (2013). Koppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22(1): 711–728.
- APG III (2009). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 161 : 105-121.
- Araujo RF et al. (2011). Teste de condutividade elétrica para sementes de feijão-mungo-verde. *Revista Brasileira de Sementes*, 33(1): 123-130.
- Bazile D et al. (2016). The global expansion of quinoa: Trends and limits. *Frontiers in Plant Science*, 7: 622.
- Borges CT (2017a). Desenvolvimento de metodologias para avaliação da qualidade fisiológica e conservação de sementes de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas (Tese), Pelotas, 81p.
- Borges CT et al (2017b). Qualidade fisiológica de sementes de quinoa submetidas a diferentes condições de armazenamento. Pelotas: Embrapa Clima Temperado Pelotas, RS. 27p.

- Borges CT et al. (2016). Germinação de sementes de quinoa submetidas a diferentes temperaturas. Pelotas: Embrapa Clima Temperado Pelotas, RS. 18p.
- Brasil (2009). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Brasília, DF: MAPA, 359p
- Carvalho NM, Nakagawa J (2012). Sementes: ciência, tecnologia e produção. 5. ed. Jaboticabal: FUNEP, 590p
- Ferreira DF (2014) Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. *Ciência e Agrotecnologia*, 38(2): 109-112.
- França-Neto JB et al. (2014). A relação de alto vigor e a produtividade. *A Granja*, 70(789): 34-37.
- García-Parra M et al. (2020). Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) and its relationship with agroclimatic characteristics: A Colombian perspective. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 80(2): 290-302.
- Goldfarb M, Queiroga, VP (2013). Considerações sobre o armazenamento de sementes. *Revista Tecnologia & Ciência Agropecuária*, 7(3): 71-74.
- Hernández EHM et al.(2020). Seed quality of 22 quinoa materials (*Chenopodium quinoa* willd.) From the department of boyacá. *Revista Ceres*, 67(4): 306-314.
- ISTA (2014). International Seed Testing Association. Seed Vigour Testing. International Rules for Seed Testing, Zurich, Switzerland. 56p.
- Marcos Filho J (2015). Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. Londrina: ABRATES, 659p.
- Menegaes JF (2019). 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. Universidade Federal de Santa Maria, (Tese) Santa Maria, 150p.
- Menegaes JF et al. (2019). Physiological and sanitary quality of safflower seeds under different seed treatments. *Journal of Agricultural Studies*, 7(4): 282-296.
- Munareto JD (2020). Temperatura base, filocrono e métodos para avaliação do potencial fisiológico em sementes de quinoa. Universidade Federal de Santa Maria, (Tese) Santa Maria, 66p.
- Nascimento AC et al. (2014). Characterisation of nutriente profile of quinoa (*Chenopodium quinoa*), amaranth (*Amaranthus caudatus*), and purple corn (*Zea mays* L.) consumed in the North of Argentina: Proximates, minerals and trace elements. *Food Chemistry*, 148: 420-426.
- Navruz-Varli S et al. (2016). Nutritional and health benefits of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Journal of Cereal Science* 69: 371-376.
- Peske ST et al. (2012) Sementes: Fundamentos científicos e tecnológicos. 3.ed. Pelotas: UFPel, 573p.
- Restrepo LAM et al. (2005). Analisis de variables estratégicas para la conformación de una cadena productiva de quinua en Colombia. *Revista De Ciências Adminstrativas y Sociales*, 56(1): 103-120.

- Rodrigues DB et al. (2019). Production Potential and Quality of *Chenopodium quinoa* Willd. Seed Cultivated in Different Seeding Seasons. *Journal of Agricultural Science*, 11(1):251-260.
- Ruiz K.B et al. (2014). Quinoa biodiversity and sustainability for food security under climate change. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 34(1): 349-359.
- Ruiz K.B et al. (2016). Quinoa -A model crop for understanding salt-tolerance mechanisms in halophytes. *Plant Biosystems*, 150(1): 357-371.
- Sales JF et al. (2011). The germination of bush mint (*Hyptis marrubioides* EPL.) seeds as a function of harvest stage, light, temperature and duration of storage. *Acta Scientiarum Agronomy*, 33(4): 709-713.
- Soares VN et al.(2017). Produção de semente de quinoa no Sul do Rio Grande do Sul. Pelotas: Embrapa Clima Temperado Pelotas, RS. 10p.
- Souza FFJ et al. (2016). Physiological quality of quinoa seeds submitted to different storage conditions. *African Journal of Agricultural Research*, 11(15): 1299-1308.
- Spehar CR et al. (2007) Quinoa alternativa para a diversificação agrícola e alimentar. Embrapa Cerrados, Planaltina, DF, 103p.
- Spehar CR et al. (2011). Desempenho agrônômico e recomendações para cultivo de quinoa (BRS Syetetuba) no Cerrado. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 41(1): 145-147.
- Spehar CR, Santos LB (2002) Quinoa (*Chenopodium quinoa* Wild) BRS Piabiru: alternativa para diversificar os sistemas de produção de grãos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 37(6): 889-893
- Statista (2019). Quinoa. Disponível em: <<https://es.statista.com/estadisticas/1128029/principales-paises-importadores-de-quinoa-en-el-mundo/>>. Acesso em 18/12/2020.
- Strenske A et al. (2015). Germinação de sementes de quinoa com diferentes períodos de armazenamento. *Scientia Agraria Paranaensis*, 14(1): 286-290.
- Strenske A et al. (2017). Responses of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) seeds stored under different germination temperatures. *Acta Scientiarum*, 39(1): 83-88.
- Torres SB et al. (2009). Teste de condutividade elétrica em sementes de gergelim. *Revista Brasileira de Sementes*, 31(3): 070-077.
- Tunes LM et al. (2008). Testes de vigor em função de diferentes épocas de colheita de sementes de cevada (*Hordeum vulgare* L.). *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 3(4):321-326.
- Vasconcelos ES et al. (2013). Características agrônômicas de genótipos de quinoa. *Scientia Agraria Paranaensis*, 12(1): 371-376.
- Vasconcelos ES et al. (2019). Selection and recommend of quinoa (*Chenopodium quinoa*) genotypes based on the yield genotypic adaptability and stability. *Revista Ceres*, 66(4): 117-123.


## Teste de frio em diferentes substratos para avaliação do vigor em sementes de *Lagenaria siceraria*


 10.46420/9786588319437cap8

Priscila Barbieri Zini<sup>1\*</sup> 


Ubirajara Russi Nunes<sup>2</sup> 

Janine Farias Menegaes<sup>3</sup> 

Eduardo José Ludwig<sup>1</sup> 

Tiéle Stuker Fernandes<sup>4</sup> 

Cassiano Vasconcelos dos Santos<sup>5</sup> 

Rogério Luiz Backes<sup>2</sup> 

### INTRODUÇÃO

O porongueiro (*Lagenaria siceraria* (Mol.) Stand.) (Figura 1), pertence à família Cucurbitaceae, e seu fruto é de grande importância econômica e folclórica, pois é a matéria-prima utilizada para a fabricação de cuias, especialmente, para a região sul do Brasil, Paraguai e Uruguai (Bisognin et al., 2008). O município de Santa Maria destaca-se por ser um dos polos de produção do fruto no RS, mesmo apresentando baixa tecnologia na obtenção de sementes utilizadas na implantação da lavoura, a qual ocorre de maneira empírica. Os produtores realizam a seleção das sementes pelo tamanho dos frutos colhidos na safra anterior, sem garantia da qualidade fisiológica das mesmas.

O estabelecimento do estande de plantas no campo é primordial para obter boa produtividade dos frutos do porongueiro, e características como emergência rápida e uniforme são essenciais, o que implica em uma escolha criteriosa dos lotes de sementes a serem utilizados (Marcos-Filho, 2015). Assim, o vigor das sementes é um aspecto importante a ser considerado no momento da semeadura (Scheeren et al., 2010). Todavia, o desenvolvimento de testes que busquem demonstrar o desenvolvimento de plântulas em condições ambientais é fundamental para que não haja a superestimação do potencial fisiológico das sementes (Casaroli et al., 2009).

<sup>1</sup> Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Doutorando (a) no Programa de Pós-Graduação em Agronomia.

<sup>2</sup> UFSM, Dr. Docente do Departamento de Fitotecnia.

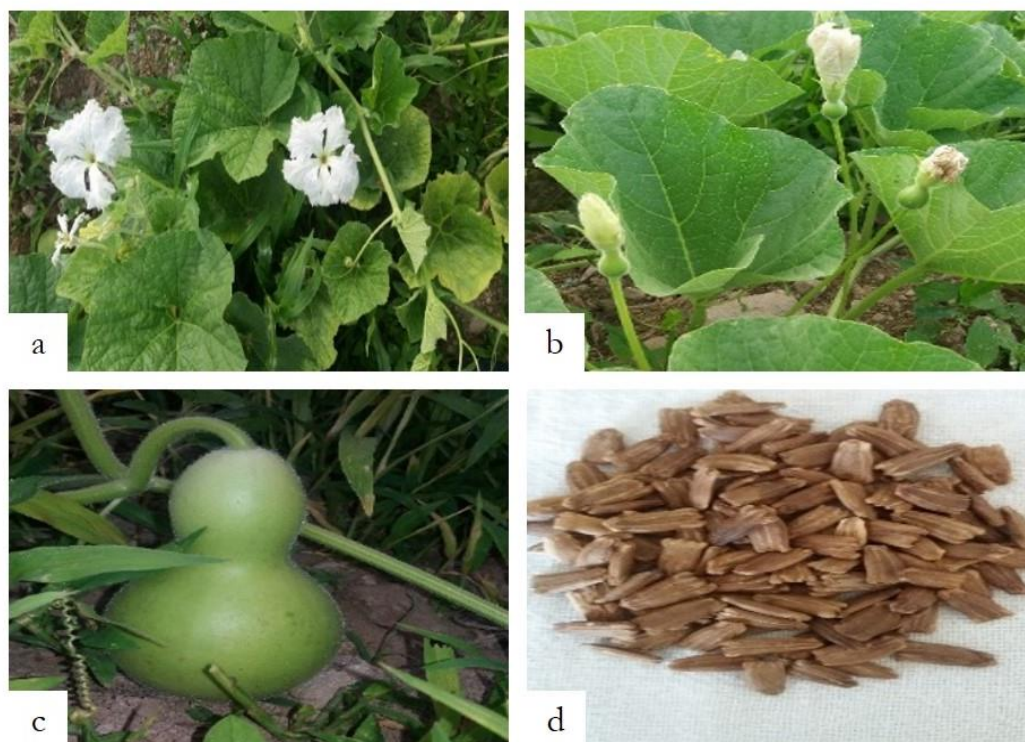
<sup>3</sup> UFSM, Dr.<sup>a</sup> Docente voluntária do Departamento de Fitotecnia.

<sup>4</sup> Dr.<sup>a</sup> colaboradora.

<sup>5</sup> UFSM, Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Agronomia.

\*Autor correspondente: priscilabarbieri88@hotmail.com





**Figura 1.** Floração (a), início da frutificação (b), fruto verde (c) de porongueiro e sementes de porongo (*Lagenaria siceraria*). (d). Fonte: os autores.

Na avaliação da qualidade fisiológica das sementes olerícolas normalmente utiliza-se o teste de germinação, o qual não é considerado sensível na distinção de lotes em laboratório, uma vez que é conduzido sob condições ótimas a fim de proporcionar a máxima germinação (Marcos-Filho, 2015). Os testes de vigor são uma complementação do teste de germinação e procuram detectar diferenças significativas no potencial fisiológico de lotes com germinação semelhante, por diferentes testes como: envelhecimento acelerado, condutividade elétrica, teste de frio, primeira contagem e comprimento de raiz e parte aérea (Marcos-Filho, 2015).

No teste de frio, as sementes são submetidas a fatores adversos de baixa temperatura e alta umidade do substrato, acarretando apenas na germinação das sementes de alto vigor. Os trabalhos que abordam aspectos metodológicos a respeito da condução do teste, se concentram praticamente em sementes de milho (*Zea mays* L.), cultura a qual o teste é muito utilizado (Barros; Dias, 1992).

Cada espécie vegetal, em função da sua ecofisiologia de desenvolvimento, apresenta uma resposta a determinado teste, não havendo uma padronização. Assim, na literatura alguns testes discriminam melhor os lotes de sementes, como, o teste de frio e envelhecimento acelerado para abóbora (*Cucurbita* spp.) (Casaroli et al., 2006), envelhecimento acelerado para melão (*Cucumis melo* L.) (Torres; Marcos-Filho, 2003), condutividade elétrica para berinjela (*Solanum melongena* L.) (Alves et al., 2012). No entanto, para o

porongueiro, não há um teste que melhor distingue os diferentes potenciais fisiológicos dos lotes de sementes.

Assim, o presente trabalho objetivou aprimorar a metodologia do teste de frio para sementes de porongo, testando diferentes substratos em combinações de baixas temperaturas e períodos de exposição ao frio.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Laboratório Didático e de Pesquisas em Sementes (LDPS) e na área experimental do Departamento de Fitotecnia, localizados no *Campus* da Universidade Federal de Santa Maria, RS (29°43' S; 53°43' W e altitude de 95 m), durante o ano de 2018. Foram utilizados quatro lotes de sementes, dois oriundos do município de regiões produtoras de porongo no Rio Grande do Sul, Frederico Westphalen e outros dois de Santa Maria (Distrito de Arroio do Só).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado organizado em esquema fatorial 2x3x4 (dois níveis de temperatura, três períodos de dias de frio e quatro lotes de sementes), com 4 repetições. Os níveis de temperatura foram 10 e 15 °C, no germinador tipo B.O.D. Os períodos de dias de frio foram de 3, 5 e 7 dias.

A caracterização da qualidade física e fisiológica para estratificação dos lotes foi realizada através dos seguintes testes:

**Grau de umidade:** realizado através do método de estufa a  $105 \pm 3$  °C por 24 h, utilizando-se duas subamostras de 5 g (Brasil, 2009);

**Peso de mil sementes:** foram pesadas oito repetições de 100 sementes, de acordo com as Regras de Análises de Sementes (Brasil, 2009);

**Teste padrão de germinação (TPG):** foram semeadas quatro repetições de 50 sementes 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 B.O.D., com temperatura alternada de 20-30 °C e fotoperíodo de 12 h de luz e 12 h de escuro. A avaliação de germinação foi realizada aos 14 dias após a semeadura (DAS). Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais (Brasil, 2009);

**Primeira contagem de germinação (PCG):** a montagem do teste seguiu o mesmo padrão do teste de germinação, no entanto, a contagem foi realizada ao sétimo dia após a instalação do teste (Brasil, 2009);

**Comprimento e massa de plântula:** foram semeadas quatro repetições de 20 sementes em duas linhas desencontradas no terço superior do papel de germinação e, mantidas na mesma condição do teste padrão de germinação. Aos 7 DAS foram medidos o comprimento da parte aérea e da radícula de dez plântulas normais de cada repetição. Na sequência verificou-se a massa fresca das plântulas em balança de

precisão (0,001 g) e, a determinação da massa seca ocorreu após secagem desse material em estufa de ventilação forçada a  $65 \pm 5$  °C por 48 h (Nakagawa, 1999);

**Emergência no campo:** quatro repetições de 50 sementes foram semeadas em sulcos de 1 m, com profundidade de 0,03 m. A avaliação de emergência foi realizada aos 14 DAS, onde foram considerados os cotilédones totalmente expostos acima da superfície do solo.

Os testes de frio em substratos foram:

**Teste de frio em papel:** foram semeadas quatro repetições de 50 sementes em rolo de papel de germinação umedecido com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco. Os rolos foram mantidos em germinador do tipo B.O.D., regulados nas temperaturas de 10 e 15 °C, sem a presença de luz, pelos períodos de 3, 5 e 7 dias. Após os respectivos períodos, os rolos foram retirados do frio e alocados em B.O.D. com temperatura alternada de 20-30 °C e fotoperíodo de 12 h de luz e 12 h de escuro. Ao 7 DAS foi realizada a primeira contagem de germinação, foram consideradas plântulas normais e vigorosas aquelas que possuíam no mínimo 2 cm de raiz e 2 cm de parte aérea.

**Teste de frio em solo:** utilizou-se solo proveniente do cultivo de porongo do município de Pinhal Grande (RS), de textura argilosa, o qual foi previamente secado e peneirado para sua homogeneização. O solo foi colocado em caixas plásticas (42 x 28 x 07 cm) onde foi realizada a distribuição de quatro repetições de 30 sementes de cada lote. Em seguida, as sementes foram cobertas com uma camada de aproximadamente 2 cm de solo, e umedecidas com água até atingir 60% de sua capacidade de retenção (Brasil, 2009). As caixas plásticas foram cobertas por um saco plástico transparente e permaneceram em B.O.D. reguladas a 10 e 15 °C, sem presença de luz, por 3, 5 e 7 dias. Após os períodos de frio, as caixas foram alocadas em condições não controladas do laboratório LDPS, onde permaneceram por sete dias para a realização da contagem de plântulas emergidas.

**Teste de frio em substrato comercial:** as caixas plásticas (42 x 28 x 07 cm) foram preenchidas com substrato comercial MCplant<sup>®</sup>, sobre o qual foram distribuídas quatro repetições de 30 sementes de cada lote. Logo após, as sementes foram cobertas com uma camada de aproximadamente 2 cm de substrato, e umedecidas com água até atingir 60% de sua capacidade de retenção. As caixas plásticas foram cobertas por um saco plástico transparente e permaneceram em B.O.D. reguladas a 10 e 15 °C, sem presença de luz, por 3, 5 e 7 dias. Após os períodos de frio, as caixas foram alocadas em condições não controladas do laboratório LDPS, onde permaneceram por sete dias para a realização da contagem de plântulas emergidas.

As análises de variância (ANOVA) dos dados e teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ) foram realizadas com o auxílio dos programas Excel<sup>®</sup> e SISVAR (Ferreira, 2011).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de grau de umidade (U) e peso de mil sementes (PMS) não foram submetidos à análise estatística, servindo apenas para a caracterização física inicial dos lotes de sementes de porongo (Tabela 1). Verificou-se que não houve grande variação nos valores destes parâmetros biométricos entre os lotes estudados, fator importante para assegurar a consistência das análises nos testes sequenciais. Estas variáveis são consideradas parâmetros biométricos que caracterizam a maturação das sementes. O grau de umidade é considerado o indicador mais seguro do comportamento dos lotes de sementes, pois se altera continuamente durante o processo de acúmulo de matéria seca, sendo importante sua verificação na execução dos testes. Conseqüentemente, confere a padronização das avaliações e obtenção de resultados consistentes (Marcos-Filho, 2015).

**Tabela 1.** Grau de umidade (U) e peso de mil sementes (PMS), germinação (G), primeira contagem de germinação (PCG), emergência a campo (ECP), comprimento de radícula (CR), comprimento de parte aérea (CPA), massa fresca da radícula (MFR), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca de radícula (MSR), massa seca de parte aérea (MSPA), massa seca total de plântulas (MST) de sementes de quatro lotes de porongo (*Lagenaria siceraria*). Fonte: os autores.

	U (%) <sup>+</sup>	PMS (g) <sup>+</sup>	G (%)	PCG (%)	ECP (%)	CR (cm)
Lote 1	7,56	166,17	94 A	91 A	81 A	15,8 A
Lote 2	6,01	160,97	88 A	74 C	73 B	14,5 A
Lote 3	7,65	163,60	82 B	80 B	78 A	15,1 A
Lote 4	6,46	160,69	73 C	68 C	74 B	14,4 A
	CPA (cm)	MFR (g pl <sup>-1</sup> )	MFPA (g pl <sup>-1</sup> )	MSR (g pl <sup>-1</sup> )	MSPA (g pl <sup>-1</sup> )	MST (g pl <sup>-1</sup> )
Lote 1	5,8 A	0,295 A	0,668 A	0,017 A	0,056 A	0,073 A
Lote 2	4,8 A	0,336 A	0,556 B	0,018 A	0,054 A	0,072 A
Lote 3	6,5 A	0,227 B	0,679 A	0,012 B	0,059 A	0,071 A
Lote 4	5,6 A	0,220 B	0,605 B	0,012 B	0,054 A	0,065 A

<sup>+</sup>Dados não submetidos à análise estatística. Letras maiúsculas diferem estatisticamente na coluna, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro.

O teste de germinação foi sensível ao distinguir os lotes, caracterizando os lotes 1 (94%) e 2 (88%) como de mais alta germinação, o lote 3 (82%) como intermediário e o lote 4 (74%) como de mais baixa germinação. Pelo o teste de primeira contagem de germinação (PCG), o lote 1, também, foi classificado como de mais alto vigor, enquanto que o lote 3 foi classificado como intermediário e os lotes 2 e 4 como de mais baixo vigor. No entanto, na emergência no campo (ECP), os lotes foram distinguidos por dois níveis de vigor, sendo que os lotes 1 e 3 foram caracterizados como de mais alto vigor.

O comprimento de raiz (CR) e parte aérea (CPA) não foram eficientes para distinguir as diferenças de vigor entre os lotes. Observou-se que a mobilização das reservas acumuladas nas sementes de porongo foram destinadas 73,2% para o comprimento radicular e 26,8% para o comprimento de parte aérea do lote

1. Os demais lotes apresentaram resposta semelhante ao lote 1, em que verifica-se para o lote 2 uma mobilização de 75,13% para o comprimento radicular e 24,87% para o comprimento de parte aérea. O lote 3 mobilizou suas reservas para o desenvolvimento do comprimento radicular 69,91% e 30,09% e para o comprimento de parte aérea, enquanto que o lote 4 a sua mobilização das reservas foram de 72% e 28% para o comprimento radicular e de parte aérea, respectivamente, confirmando assim a não diferenciação dos lotes por estes testes. Já a massa seca de raiz (MSR) separou os lotes em dois níveis de vigor, em que os lotes 1 e 2 foram identificados como os de mais alto vigor. Para a massa seca total não houve distinção de vigor entre os lotes.

De maneira geral, pode-se verificar que os lotes de sementes de porongo foram estratificados em basicamente três níveis de vigor, ficando evidente que o lote 1 é superior fisiologicamente em relação aos demais, enquanto que o lote 4 apresenta potencial fisiológico inferior.

Em relação as metodologias do teste de frio, verificou-se que houve interação entre os fatores temperatura, dias de frio e lotes de sementes para o teste realizado em rolo de papel (Tabela 2). No período de três dias a 10 °C, os lotes 1, 2 e 3 não apresentaram distinção entre si, diferindo apenas do lote 4, que foi considerado o lote de mais baixo vigor. Contudo, para o mesmo período de tempo a 15 °C, verificou-se uma estratificação em três níveis de vigor, onde o lote 1 foi de mais alto vigor (86%), seguido pelos lotes 3 e 4 com vigor intermediário e o lote 2 como de mais baixo vigor (57%). Esses resultados vão de encontro com os obtidos nos testes de germinação e primeira contagem de germinação, os quais foram sensíveis ao distinguir os lotes em três níveis de vigor.

**Tabela 2.** Primeira contagem de germinação do teste de frio durante 3, 5 e 7 dias a 10 e 15 °C, em rolo de papel, realizada em quatro lotes de sementes de porongo (*Lagenaria siceraria*). Fonte: os autores.

Dias	Temperatura					
	10 °C			15 °C		
	3	5	7	3	5	7
Lote 1	78 Ab $\alpha$	82 Ab $\alpha$	95 Aa $\alpha$	86 Ab $\alpha$	84 Ab $\alpha$	95 Aa $\alpha$
Lote 2	70 Ab $\alpha$	78 Aa $\alpha$	84 Ba $\beta$	57 Bc $\gamma$	77 Ab $\beta$	93 Aa $\alpha$
Lote 3	72 Aa $\alpha$	63 Bb $\beta$	74 Aa $\gamma$	68 Ab $\beta$	74 Aa $\beta$	78 Aa $\beta$
Lote 4	63 Aa $\beta$	54 Bb $\gamma$	68 Aa $\gamma$	64 Aa $\beta$	67 Aa $\gamma$	62 Aa $\gamma$
CV(%)	7,66					

\*Médias seguidas de letras maiúsculas indicam comparação entre temperaturas dentro do mesmo período de dias e lotes, enquanto que letras minúsculas indicam comparação entre dias dentro da mesma temperatura e lotes. Médias seguidas de letras gregas indicam comparação entre lotes dentro de cada período de dias e temperaturas. Teste de Scott-Knot ( $p < 0,05$ ).

Verificou-se que neste período de tempo a temperatura mais baixa (10 °C) foi sensível para estratificar os lotes em apenas dois níveis de vigor quando comparado com a temperatura de 15 °C, que estratificou os lotes em três níveis de vigor. O tempo de exposição ao frio não foi um fator limitante para a condução do teste em rolo de papel, pois observou-se que mesmo o menor período de exposição ao frio

permitiu classificar os lotes em níveis de vigor. Como a semeadura do porongueiro se dá nos meses de setembro a outubro no RS, em que ainda há presença de noites com temperaturas amenas, não é difícil de se registrarem temperaturas baixas, indicando assim que essas temperaturas se mostram favoráveis para o desencadeamento do processo germinativo, mesmo que o processo ocorra mais lentamente.

Marcos-Filho (2015) menciona que a temperatura é um dos principais fatores que afetam a porcentagem, velocidade e uniformidade do processo de emergência de plântulas. Burris e Navratil (1979) relatam que o efeito principal da baixa temperatura é dificultar a reorganização das membranas celulares durante a embebição, tornando mais lentos tanto esse processo como o de germinação.

Os lotes de sementes submetidos a cinco dias de frio a temperatura de 10 °C foram classificados em três níveis de vigor, sendo que os lotes 1 (82%) e 2 (78%) foram os de mais alto vigor, seguidos pelo lote 3 (63%) com vigor intermediário e logo após o lote 4 (54%) classificado como de mais baixo vigor. Neste mesmo período de tempo a 15 °C, o lote 1 foi o de mais alto vigor, enquanto que o lote 4 foi considerado de mais baixo vigor. O desenvolvimento observado foi semelhante com sete dias de frio, em que os lotes foram classificados em três níveis de vigor. Para 10 °C o lote de mais alto vigor foi o lote 1, seguido do lote 2 com um vigor intermediário e logo após os lotes 3 e 4 com mais baixo vigor. Com 15 °C observou-se plântulas mais vigorosas nos lotes 1 e 2, seguidos pelo lote 3 com um vigor intermediário e o lote 4 de mais baixo vigor.

Todavia, verificou-se que com o aumento do tempo de exposição dos lotes de sementes ao frio, há um aumento do número de plântulas normais. Assim, aos sete dias de exposição ao frio os lotes de sementes apresentaram valores muito próximos aos testes de PCG e de germinação (G), expressando o seu máximo potencial fisiológico. Devem-se levar em consideração neste caso, que as sementes expostas ao máximo período de tempo de frio, foram também as que tiveram um maior período para embebição e desencadeamento das reações que envolvem o processo germinativo. Isto porque, após sete dias de frio, as sementes foram submetidas a um período de mais sete dias nas temperaturas consideradas ótimas para a germinação da cultura (20-30 °C) totalizando então um período de 14 dias em contato com o substrato.

Nesta mesma conjuntura para o período de três dias de frio, verificou-se que as sementes tiveram apenas 10 dias para a embebição e desencadeamento do processo germinativo. Assim, o tempo de sete dias do teste padrão de germinação (TPG) somado aos sete dias de frio (14 dias) permitiram que os lotes 1 e 2 considerados de melhor qualidade fisiológica de acordo com o TPG pudessem expressar o seu máximo potencial fisiológico. Por outro lado, três dias de frio mais sete dias de TPG (10 dias) não foram suficientes para que os lotes expressassem seu máximo potencial fisiológico em termos de níveis de vigor.

Com isso, para classificar os lotes em três níveis de vigor com a máxima expressão de seu potencial fisiológico na temperatura de 10 °C foi necessário um período de exposição maior ao frio, fato este que demonstra a tolerância da espécie a baixas temperaturas. Pois, mesmo em temperatura mais baixa,

verificou-se que as sementes embeberam, iniciando o processo germinativo sem a redução drástica do seu potencial fisiológico. Essa hipótese é confirmada pelos resultados obtidos por Han et al. (2004) em trabalho com propagação *in vitro* de porongo, em que observaram que a espécie possui uma excelente tolerância a baixa temperatura. Observou-se então, que o frio funcionou como um agente condicionante, beneficiando os lotes de sementes e permitindo a máxima expressão do potencial germinativo de cada lote.

Em trabalho com sementes de pinhão-manso (*Jatropha gossypifolia* L.) Oliveira et al. (2015), concluíram que os tratamentos utilizando rolo de papel sem solo resfriado por sete e 11 dias, tendo como períodos de avaliações finais cinco e sete dias de exposição a temperatura de 25 °C, foram os mais eficientes para separar os lotes de sementes em diferentes níveis de vigor. Também, verificaram que o período de cinco dias à exposição de 25 °C foi o mais sensível, pois distinguiram os cinco lotes em quatro níveis de vigor. Corroborando com esses resultados, Mendes et al. (2010) e Kappes, Carvalho e Yamashita (2009), em trabalho com mamona (*Ricinus communis* L.) e soja (*Glycine max* (L.) Merrill), respectivamente, também, verificaram que um maior período de exposição das sementes ao frio em rolo de papel sem solo, foi sensível para distinguir os lotes, sem, no entanto, causar grandes danos ao seu potencial fisiológico.

Por outro lado, em trabalho com sementes de abóbora de Boligon et al. (2010), constataram que o estresse causado por baixas temperaturas foi prejudicial as sementes e, que conforme houve a diminuição do período de exposição ou o aumento da temperatura, a emergência de plântulas eleva-se. Deste modo, constatou-se que o teste de frio para sementes de abóbora foi efetivo em temperaturas em torno de 18 °C, em curtos períodos de exposição ao frio. Esse fato também pode ser comprovado por Zucareli et al. (2011), que em trabalho com milho testaram temperaturas abaixo da temperatura basal para a cultura e constataram alterações no desenvolvimento fisiológico das sementes, com inferioridade de expressão de germinabilidade observada na temperatura de 20 °C em comparação com a de 30 °C.

Um dos fatores que deve ser levado em consideração durante a realização do teste de frio é a qualidade fisiológica dos lotes de sementes testados. Trabalhando com diferentes amostras de sementes de milho consideradas de alto e baixo vigor, Egli e Rucker (2012), testaram a hipótese de que sementes de lotes de alto vigor deveriam emergir mais rápida e uniformemente do que sementes de lotes de baixo vigor, quando submetidas a uma situação de estresse, como o frio. Comprovaram que sementes de alto vigor obtém maior uniformidade de germinação em níveis de temperatura mais críticos.

Verificou-se que no maior período de exposição ao frio, independente da temperatura o lote 1 (de alto vigor) manteve alto potencial germinativo, indicando sua superioridade em relação aos demais lotes. Com 15 °C o lote 1 não apresentou diferença em relação ao lote 2, fato que pode ser atribuído a temperatura não promover o estresse térmico suficiente para permitir que o melhor lote se sobressaísse

dos demais. Observou-se, também, que o lote 3 e 4 foram discriminados com a expressão do potencial fisiológico inferior, o que confirma os dados obtidos no teste de germinação, neste trabalho.

As diferenças na qualidade fisiológica dos lotes, também são fatores importantes para que o teste de frio discrimine melhor os lotes. Barros e Dias (1992) relatam que no teste de frio em rolo de papel sem solo os lotes são separados com diferenças na qualidade mais pronunciada não separando de modo uniforme lotes com pequenas diferenças na qualidade. Verificou-se que mesmo havendo diferenças estatísticas entre os lotes 1 e 2 e entre os lotes 3 e 4, essa diferença não foi muito pronunciada, fato que durante a realização do teste permite hora agrupar os lotes 1 e 2 em um nível de vigor e os lotes 3 e 4 em outro, conforme a combinação dos tratamentos utilizadas. No entanto, ao aumentar o tempo de exposição ao frio (cinco e sete dias), para a temperatura de 10 °C, observou-se a ocorrência da classificação mais sensível quanto ao vigor dos lotes, que ocasionou a recomendação para a avaliação da expressão do potencial fisiológico de lotes de sementes de porongo.

Não houve interação com os lotes, entretanto, eles foram distinguidos em três níveis de vigor (Tabela 3). Os lotes 1 e 2 foram classificados como de mais alto vigor, seguidos pelo lote 3 com vigor intermediário e pelo lote 4 como de mais baixo vigor. A PCG e a ECP (Tabela 1) apresentaram diferenças entre os lotes 1 e 2, todavia, no teste de germinação não houve diferença estatística. Pelo teste de frio as diferenças apresentadas pela primeira contagem de germinação e emergência no campo não se confirmaram, e esses lotes seguiram a mesma caracterização apresentada pelo teste de germinação.

**Tabela 3.** Médias da contagem de plântulas normais aos sete dias, após 3, 5 e 7 dias do teste de frio, a 10 e 15 °C, em solo, realizada em quatro lotes de sementes de porongo (*Lagenaria siceraria*). Fonte: os autores.

Lotes	Média (%)
Lote 1	96 A
Lote 2	94 A
Lote 3	83 B
Lote 4	79 C
CV(%)	4,39

Letras maiúsculas diferem estatisticamente na coluna, pelo teste de Scott-Knott Scott-Knot ( $p < 0,05$ ). CV (%): coeficiente de variação.

A Tabela 4 demonstra a interação entre os períodos de exposição ao frio nas diferentes temperaturas. Verifica-se que em temperatura de 15 °C, à medida que se aumenta o período de exposição ao frio há uma pequena redução no número de plântulas normais. Entre as diferentes temperaturas houve diferença apenas aos três dias, em que a temperatura mais baixa (10 °C) apresentou um menor número de plântulas normais, o que está associado à baixa temperatura retardar o processo germinativo. Mesmo essas reduções em número de plântulas normais apresentarem diferenças estatísticas, não pode-se detectar uma perda de vigor drástica ao se comparar com os demais testes utilizados na estratificação do lote (Tabela 1).



Assim, elas mostram que a baixa temperatura não foi um fator limitante para a condução dos testes e classificação dos lotes em diferentes níveis de vigor.

**Tabela 4.** Primeira contagem de germinação (PCG) com diferentes interações realizada em quatro lotes de sementes de porongo (*Lagenaria siceraria*). Fonte: os autores.

Dias	Temperatura	
	10 °C	15 °C
3	87 Ba	92 Aa
5	89 Aa	87 Ab
7	86 Aa	86 Ab
CV (%)	4,39	
Lotes	10 °C	15 °C
Lote 1	97 Aa	93 Aa
Lote 2	95 Aa	95 Aa
Lote 3	72 Ab	74 Ab
Lote 4	69 Bb	75 Ab
CV (%)	6,4	

Letras maiúsculas diferem estatisticamente na linha e letras minúsculas na coluna, pelo teste de Scott-Knott Scott-Knot ( $p < 0,05$ ). CV (%): coeficiente de variação.

No teste de frio realizado com substrato comercial (Tabela 4) houve interação significativa entre lotes de sementes e temperaturas. Tanto a temperatura de 10 °C como a de 15 °C foram sensíveis o suficiente para distinguir os quatro lotes em dois níveis de vigor, classificando os lotes 1 e 2 como de mais alto vigor e os lotes 3 e 4 como de mais baixo vigor.

Como pode-se observar, o teste que envolveu a utilização de substrato comercial não foi tão eficiente para discriminar as diferenças entre os lotes ao discriminá-los em apenas dois níveis de vigor. Ao se utilizar uma metodologia que envolva tanto solo, quanto substrato comercial, deve-se perceber que há um maior trabalho envolvido para a montagem do teste, bem como há uma maior utilização de espaço físico, em que muitas vezes deve-se fracionar em períodos de tempo a realização dos tratamentos para que se possa realizar a condução do teste.

Observou-se que para algodão (*Gossypium hirsutum* L.) (Miguel et al., 2001) e pinhão-manso (Oliveira et al., 2015) o teste de frio realizado em rolo de papel foi mais eficiente para estratificar diferenças na qualidade fisiológica dos lotes, quando comparados com o método tradicional envolvendo caixas plásticas contendo solo.

Com as diferentes metodologias de frio testadas, observou-se que os quatro lotes de sementes apresentaram sensibilidade ao frio, podendo ser discriminados em diferentes níveis de vigor, sem haver, no entanto, grande perda de seu potencial fisiológico. Entre os substratos utilizados para realização do teste, observou-se uma resposta diferenciada, distinguindo os quatro lotes em três níveis de vigor, com exceção do substrato comercial que distinguiu os lotes em dois níveis de vigor apenas. O lote 1 em todos

os tratamentos e substratos foi o de mais alto vigor, as vezes sendo acompanhado pelo lote 2, enquanto que o lote 3 apresentou sempre um potencial fisiológico abaixo do lote 1. Dependendo do tratamento o lote 4 apresentou o mesmo potencial fisiológico do lote 3, ou as vezes ficou um nível abaixo.

Contudo, a utilização da metodologia do rolo de papel mostra-se mais vantajosa e adequada para a estratificação dos lotes de sementes, uma vez que a montagem do teste é menos trabalhosa e o espaço ocupado é menor, podendo-se realizar mais tratamentos simultaneamente. Assim, para a realização do teste de frio, recomenda-se a utilização de rolo de papel. Tanto a temperatura de 10 °C como a de 15 °C foram sensíveis para permitir a estratificação dos lotes em níveis de vigor. A temperatura de 15 °C em todos os períodos de exposição ao frio permitiu a classificação dos lotes em três níveis de vigor, enquanto que na temperatura de 10 °C isso só pode ser observado a partir de cinco dias de frio. Para que os lotes expressassem seu máximo potencial fisiológico foi necessário um maior período de exposição ao frio. Logo, a combinação de 10 ou 15 °C aliada ao período de sete dias de frio mostrou-se mais eficiente na estratificação de níveis de vigor dos lotes sem alterações dos seus potenciais fisiológicos.

Pela correlação de Pearson (Tabela 5) verificou-se que a emergência no campo, a massa seca de parte aérea e o comprimento de raiz e de parte aérea não apresentaram correlação significativa com os tratamentos de teste de frio. Todavia, Waters e Blanchette (1983) afirmam que se ocorrerem altas correlações entre os resultados das metodologias do teste de frio e os resultados da emergência de plântulas em campo, esse método pode ser recomendado para estimar a emergência das plântulas em condições adversas de campo, como excesso de água e baixas temperaturas.

Em trabalho com girassol (*Helianthus annuus* L.) Braz e Rosseto (2009), também não obtiveram correlação significativa entre o teste de frio e emergência no campo. Para a primeira contagem de germinação, germinação e massa seca de raiz observa-se correlação significativa entre os tratamentos de teste de frio. Esses resultados que apresentaram valores significativos nas variáveis analisadas servem para a tomada de decisão da metodologia a ser utilizada quanto a seleção de lotes das sementes das espécies consideradas.

**Tabela 5.** Coeficientes de correlação de Pearson entre as diferentes metodologias do teste de frio e a primeira contagem de germinação (PCG), germinação (G), comprimento de raiz (CR), comprimento de parte aérea (CPA), massa seca de raiz (MSR), massa seca de parte aérea (MSPA) e emergência a campo (ECP) de sementes de porongo (*Lagenaria siceraria*). Fonte: os autores.

Tratamentos	PCG	G	CR	CPA	MSR	MSPA	ECP
RP 3D 10 °C	0,63*	0,62*	0,27	0,11	0,44	0,21	0,71*
RP 3D 15 °C	0,74*	0,46	0,23	0,26	0,11	0,35	0,58*
RP 5D 10 °C	0,55*	0,77*	0,33	-0,2	0,83*	0,08	0,36
RP 5D 15 °C	0,58*	0,63*	0,44	0,09	0,54*	-0,11	0,42
RP 7D 10 °C	0,74*	0,88*	0,13	-0,27	0,74*	0,14	0,54*
RP 7D 15 °C	0,59*	0,84*	0,18	-0,26	0,82*	0,08	0,38
S 3D 10 °C	0,65*	0,84*	0,12	-0,25	0,75*	0,04	0,39
S 3D 15 °C	0,32	0,57*	-0,13	-0,6	0,66*	-0,42	0,05
S 5D 10 °C	0,53*	0,77*	0,2	-0,21	0,88*	-0,09	0,13
S 5D 15 °C	0,55*	0,81*	0,24	-0,26	0,89*	-0,03	0,21
S 7D 10 °C	0,55*	0,76*	0,12	-0,32	0,76*	0,01	0,25
S 7D 15 °C	0,60*	0,86*	0,01	-0,41	0,77*	-0,01	0,23
SUB 3D 10 °C	0,51*	0,79*	0,16	-0,43	0,88*	-0,01	0,26
SUB 3D 15 °C	0,34	0,68*	0,02	-0,54	0,87*	-0,2	0,06
SUB 5D 10 °C	0,46	0,69*	0,29	-0,3	0,90*	-0,13	0,02
SUB 5D 15 °C	0,25	0,5*	0,34	-0,11	0,81*	-0,2	-0,28
SUB 7D 10 °C	0,50*	0,78*	0,14	-0,39	0,91*	0,05	0,24
SUB 7D 15 °C	0,34	0,67*	0,11	-0,39	0,87	-0,21	-0,01

RP = rolo de papel; S = solo; SUB = substrato e D = dias de exposição. \*Significativo com  $p < 0,01$  e  $p < 0,05$  pelo teste t.

## CONCLUSÃO

Os testes de primeira contagem de germinação, de germinação e da massa seca de raiz apresentaram correlações significativas com as diferentes metodologias do teste de frio.

O teste de frio, utilizando os substratos papel e solo, apresentaram sensibilidade na estratificação de três níveis de vigor de sementes de porongo.

A metodologia do teste de frio utilizando o rolo de papel mostrou-se como opção mais viável, em que a diferenciação em três níveis de vigor sem perda do potencial fisiológico dos lotes pode ser obtida com período de exposição de sete dias ao frio de 10 ou 15 °C.


## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS





- Alves CZ et al. (2012). Teste de condutividade elétrica na avaliação do potencial fisiológico de sementes de berinjela. *Ciência Rural*, 42(6): 975-980.
- Barros ASR, Dias MCLL (1992). Aferição de testes de vigor para sementes de milho. *Informativo ABRATES*, 2(4): 10-22.
- Bisognin DA (2008). Germinação e propagação *in vitro* de porongo. *Ciência Rural*, 38(2): 332-339.

- Boligon AA et al. (2010). Emergência de plântulas de abóbora a partir da avaliação da qualidade das sementes. *Ciência Rural*, 40(11): 2274-2281.
- Brasil (2009). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para Análise de Sementes. Brasília: MAPA. 395p.
- Braz MRS, Rosseto CAV (2009). Correlation between sunflower seeds quality evaluation tests and seedling emergence in field. *Ciência Rural*, 39(7): 2004-2009.
- Burris JS, Navratil RJ (1979). Relationship between laboratory cold test methods and field emergency in maize inbreds. *Agronomy Journal*, 71(6): 985-988.
- Casaroli D et al. (2006). Teste de envelhecimento acelerado em sementes de abóbora. *Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia*, 13(2): 97-107.
- Casaroli D et al. (2009). Testes para a determinação do potencial fisiológico de sementes de abóbora. *Acta Scientiarum Agronomy*, 31(2): 337-343.
- Egli DB; Rucker M (2012). Seed vigor and the uniformity of emergence of corn seedlings. *Crop Science*, 52(6): 2774-2782.
- Ferreira DF (2011). SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. *Revista Symposium*, 6(1): 36-41.
- Guissem JM et al. (2010). Teste de frio e envelhecimento acelerado na avaliação de vigor de sementes de feijão-frade. *Revista de Ciências Agrárias*, 33(2): 182-191.
- Han JS et al. (2004). Efficient plant regeneration from cotyledon explants of bottlegourd (*Lagenaria siceraria* Standl.). *Plant Cell Reports*, 23(1): 291-296.
- Kappes C et al. (2009). Physiological potential for desiccated soybean seed with diquat and paraquat. *Scientia Agraria*, 10(1): 001-006.
- Marcos-Filho J (2015). Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. Londrina: ABRATES, 650p.
- Mendes RC et al. (2010). Vigor test for the evaluation of the physiology potential of castor bean (*Ricinus communis* L.) seeds. *Ciência e Agrotecnologia*, 34(1): 114-120.
- Miguel MH et al. (2010). Teste de frio para avaliação do potencial fisiológico de sementes de algodão. *Scientia Agrícola*, 58(4): 741-746.
- Nakagawa, J. (1999). Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. Krzyzanowski FC et al. (Org.). Londrina: ABRATES. 1-24.
- Oliveira GL et al. (2015). Cold test methodology for evaluation of the physiological potential of *Jatropha curcas* seeds. *Bioscience Journal*, 31(2): 509-517.
- Scheeren BR et al. (2010). Qualidade fisiológica e produtividade de sementes de soja. *Revista Brasileira de Sementes*, 32(3): 35-41.
- Torres SB; Marcos-Filho J (2003). Accelerated aging of melon seeds. *Scientia Agrícola*, 60(1): 77-82.

- Waters L; Blanchette LB (1983). Prediction of sweet corn field emergence by conductivity and cold tests. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 108(1): 778-781.
- Zucareli C et al. (2011). Métodos e temperaturas de hidratação na qualidade fisiológica de sementes de milho. *Revista Ciência Agronômica*, 42(3): 684-692.

# Patologia de sementes conceitos e aplicações: uma revisão de literatura

 10.46420/9786588319437cap9

Priscila Barbieri Zini<sup>1\*</sup>   
Vinícius Spolaor Fantinel<sup>2</sup>   
Tales Poletto<sup>3</sup>   
Janine Farias Menegaes<sup>4\*</sup> 

## INTRODUÇÃO

A semente é um ser vivo que assegura a continuação das mais diversas espécies vegetais. Além disso, é considerada um insumo básico na produção agrícola, correspondendo a 90% dos alimentos (Menten, 2017). Todavia, ela pode ser considerada como uma importante via de disseminação de responsáveis por doenças de importância econômica acentuada (José et al., 2010).

A utilização de lotes de sementes de elevada qualidade é um dos fatores mais importantes para o sucesso de uma cultura. A qualidade das sementes envolve aspectos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários, que quando avaliados em conjunto expressam o verdadeiro potencial da semente (Carvalho; Nakagawa, 2000; Costa, 2009).

Entende-se como qualidade sanitária a condição da semente quanto à presença e grau de ocorrência de fungos, bactérias, vírus, nematoides e insetos que causam doenças ou danificações à semente, ou que são transmitidos pela semente e são capazes de causar, posteriormente, enfermidades e reduções na qualidade e produtividade das culturas (Silva et al., 2004). Dentre esses microrganismos, os fungos formam o maior grupo de agentes patogênicos, seguido das bactérias e, em menor proporção, dos vírus e dos nematoides (Machado, 2000).

Quando há infecção por algum patógeno, a semente ao entrar em contato com o solo encontra condições ideais para o início do desenvolvimento da doença. As espécies vegetais de importância agrícola apresentam diferenças quanto ao tipo de endosperma, e isso reflete a predisposição à infecção dos diferentes micro-organismos patogênicos (Costa, 2009; Sales et al., 2011).

<sup>1</sup> Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Agronomia.

<sup>2</sup> UFSM, Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal.

<sup>3</sup> UFSM, Dr. colaborador

<sup>4</sup> UFSM, Dr.<sup>a</sup> Docente voluntária do Departamento de Fitotecnia.

\*Autor correspondente: priscilabarbieri88@hotmail.com

Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho foi realizar uma revisão de literatura referente a importância da patologia de sementes, contemplando seus conceitos e suas aplicações.

## MATERIAL E MÉTODOS

A elaboração desta revisão de literatura foi baseada em artigos científicos e livros, todos referentes a temática abordada conforme sugerido por Pereira et al. (2018). Para Lakatos e Marconi (2010), delimitar a temática a ser abordada, contribui para o seu desenvolvimento, sendo imprescindível para a realização de uma revisão de literatura.

Assim, a pesquisa bibliográfica para a obtenção das referências citadas neste trabalho foi consultada nos endereços eletrônicos de pesquisa, como, SciELO, Elsevier, Google Acadêmico, Science Direct e Portal de Periódicos CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior). Utilizaram-se as seguintes palavras-chave para essa pesquisa: “patologia de sementes”, “sanidade de sementes”, “fungos fitopatogênicos” e “doenças transmitidas por sementes”.

As referências foram analisadas e selecionadas conforme as que contemplavam a temática norteadora deste trabalho. De acordo com Lopes Sobrinho et al. (2020), o processo de pesquisa bibliográfica auxilia na elaboração de uma revisão de literatura, de forma a reunir vários campos dos conhecimentos sobre a temática desejada.

## REVISÃO DE LITERATURA

### *Histórico*

A associação entre patógenos e sementes é datada em 1755, pelo francês Mathieu Tillet, o qual atribuiu que ferrugens (*Puccinia* spp.) e carvões (*Ustilago* spp.) do trigo (*Triticum* spp.) eram causados por fungos transmitidos via sementes (Bergamin Filho e Kitajima, 2011). Mas, foi somente em 1927, que a International Seed Testing Association (ISTA) reconheceu o ramo da ciência denominado de Patologia de Sementes (Henning, 2005).

Em, 20 de março de 1984, foi implantada a patologia de sementes no Brasil com a criação do Comitê de Patologia de Sementes (COPASEM) da Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes (ABRATES) (Henning, 2005).

O desenvolvimento do comércio de sementes, impulsionou alguns problemas relacionados com a sua qualidade, tais como alterações nos lotes de sementes, aonde se misturavam sementes de boa qualidade com sementes de qualidade inferiores, reduzindo a capacidade germinativa de seus lotes. As Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009a) e Manual de Análise Sanitária de Sementes (Brasil, 2009b), ambos editados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), apresentam procedimentos para a avaliação da qualidade de sementes, de acordo com cada espécie, estabelecidos por pesquisas que

estão de acordo com instruções metodológicas das regras da International Seed Testing Association (ISTA), sediada na Suíça, e da Association of Official Seed Analysts (AOSA), dos Estados Unidos (Brasil, 2009; Marcos Filho, 2015).

### ***Importância da patologia de sementes***

No Brasil, diversos patógenos foram introduzidos e estabelecidos via transmissão de sementes. Pode-se citar a *Phomopsis phaseoli* f. sp. *Meridionalis*, causadora do cancro da haste em soja (*Glycine max* (L.) Merrill); *Bipolaris maydis*, Raça T, responsável pela helmintosporiose em milho (*Zea mays* L.) e *Plasmopara halstedii* causadora do míldio em girassol (*Helianthus annuus* L.) (Menten, 2017).

Os fitopatógenos quando associados as sementes tem um período de longevidade muito grande em condições normais de armazenamento. Neergaard (1977) menciona o período de tempo que vírus, bactérias, nematoides e fungos podem ficar associados as sementes. Para *Fusarium verticillioides*, que é parasita do milho, por exemplo, esse período chega a oito anos.

Como muitas espécies de patógenos são agressivas, e podem acarretar perdas no estande de plântulas inicial da lavoura, o entendimento das formas de transmissão é um fator importante quando se busca alternativas de controle e produção de sementes com elevada qualidade fisiológica. Não obstante, ainda são poucos os estudos envolvendo patologia de sementes de espécies agrícolas e principalmente florestais, e esses, em sua maioria, se restringem apenas em identificar os micro-organismos presente nas mesmas, sem comprovar a importância epidemiológica quando associados à semente, ou seja, se ele é capaz de ocasionar uma doença para a planta ou não (Nascimento et al., 2006; Baldin et al., 2017).

Nesse sentido, a análise sanitária das sementes é uma medida de grande importância, pois revela a condição sanitária de um lote de sementes, o que previne perdas diretas e indiretas no campo, bem como a introdução de novos patógenos em áreas isentas, uma vez que as sementes podem ser veículo de disseminação de inoculo primário de um determinado patógeno (Brasil, 2009; José et al., 2010).

### ***Morfologia das sementes e sua relação com a incidência de patógenos***

A morfologia das sementes de espécies de importância agrícola e florestal é um ponto muito importante quando se busca a compreensão dos fatores envolvidos na disseminação de patógenos. Este estudo permite desenvolver técnicas de manejo para o controle de doenças disseminadas por fungos via sementes.

O endosperma das sementes é um tecido de reserva, cuja principal função é suprir os nutrientes essenciais do embrião, e em alguns casos suprir a plântula (Costa et al., 2011). Isso pode ser observado em espécies agrônômicas da família das Fabaceae (soja, feijão (*Phaseolus vulgaris* L.)), onde o endosperma é parcialmente ou totalmente absorvido durante o desenvolvimento da semente em favor dos cotilédones.



Além de sua função principal, o endosperma também mantém um gradiente de pressão osmótica, que previne a germinação precoce da semente em desenvolvimento (Áquila, 2004).

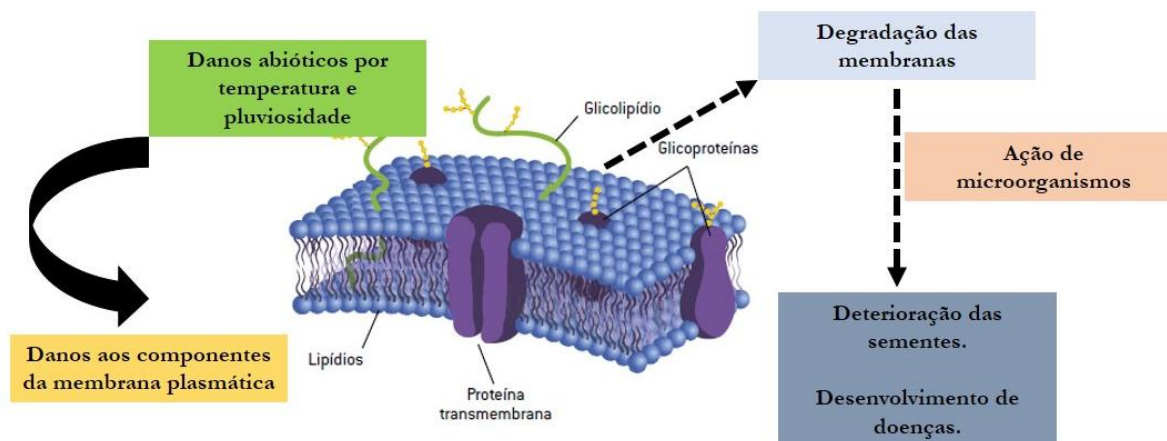
As angiospermas, que representam o maior número de espécies cultivadas com potencial agrícola, sofrem um processo chamado de dupla fecundação, onde o resultado é uma semente cujo embrião é diploide (2N), e o endosperma triploide (3N) (Nunes, 2016). Nas espécies leguminosas (Fabaceae), por exemplo, o embrião se desenvolve bastante e acumula todo o endosperma, utilizando os tecidos cotiledonares para o acúmulo de substâncias, por não apresentarem endosperma são denominadas Exalbuminosas. Já para as gramíneas (Poaceae), as reservas da semente encontram-se fora dos cotilédones, indicando a presença de endosperma. Essas espécies podem ser denominadas de albuminosas, quanto a sua textura, o tecido endospermático pode ser classificado como farinhoso, carnoso, gelatinoso, córneo ou crasso. Isso implica diretamente no grau de dificuldade que a semente impõe às ações externas, como danos mecânicos no momento da colheita ou por fatores abióticos (Barroso et al., 1999; Carvalho e Nakagawa, 2000; Brasil, 2009a, b).

Em virtude disso, o processo de formação de uma semente está sujeito a ação de vários efeitos ambientais, que podem acarretar na perda do vigor e da germinação. Entre os fatores que causam alterações no processo de formação das sementes estão fatores abióticos como precipitação, temperatura do ar e umidade do solo. Em situações de estresse hídrico no momento de enchimento das sementes, ocorre má deposição de amido nas células do endosperma, enquanto que em situações de altas temperaturas observa-se uma redução no tempo em que a semente deveria estar em processo de enchimento (Carvalho; Nakagawa, 2000; Marcos Filho, 2015). Esses estresses causam danos aos tegumentos das sementes, deixando-as predispostas ao ataque de fungos.

Por outro lado, os danos também podem ser manifestados no momento de colheita e armazenamento. Períodos de umedecimento com posterior secagem das sementes provocam a deterioração dos tecidos, assim como um armazenamento inadequado, sem o controle de temperatura e umidade. Isso permite que as sementes mantenham os processos respiratórios sem acumulação de fotoassimilados, degradando as membranas e facilitando a entrada de micro-organismos que podem desencadear doenças nas sementes (Marcos Filho, 2015; Nunes, 2016).

Trabalhos tem demonstrado que os fatores bióticos e abióticos estão envolvidos, diretamente, na perda da qualidade fisiológica das sementes, Alzugaray et al. (2007), destacaram que a alteração de períodos secos e chuvosos, combinados com variações térmicas podem causar danos aos tegumentos seminais e isso favorece a entrada de patógenos para os tecidos do endosperma. Esses fatores afetaram positivamente a taxa de infecções por *Alternaria* e *Fusarium*, sendo que para o último ocorreu a diminuição do poder germinativo.

Essas relações podem ser ilustradas na Figura 1, que mostra a alteração da membrana de uma semente quando submetida a estresses abióticos e a associação de patógenos oportunistas que aproveitam para causar infecções. Nesse contexto, o tipo de endosperma encontra-se diretamente relacionado com a facilidade que o fungo vai ter em colonizar ou não os tecidos das sementes.



**Figura 1.** Efeito das causas abióticas no tegumento das sementes e sua relação com a presença de fungos. Fonte: os autores.

A qualidade física das sementes, determinada pelo nível de dano mecânico, também está associada a suscetibilidade da semente quando atacada por patógenos. Isso é muito comum em sementes de soja, pois durante a colheita ou trilha das sementes, podem ocorrer rupturas no tegumento da semente, pelo fato de ser um tegumento mais fino e sensível à ação mecânica. Muitos agentes patogênicos aproveitam desse fator para se desenvolver, o que pode refletir na perda da viabilidade das sementes (França-Neto; Krzyzanowski, 2018). Uma vez que a semente se encontra danificada isso se torna uma forma de infecção para fungos, visto que eles se aproveitam das reservas da semente para sua reprodução e multiplicação.

A sensibilidade ao dano mecânico é variável de acordo com o tipo de endosperma das sementes, e isso está associado a predisposição ao ataque de patógenos. Entende-se que endospermas mais densos e vítreos dificultam a colonização de determinados patógenos. Oliveira et al. (2009) verificaram que para sementes de milho crioulas, quanto mais denso e vítreo era o endosperma, maior deveria ser a força empregada na ruptura da semente, indicando que para as variedades de milho crioulas com endosperma macio devem apresentar maior infecção de *Fusarium* spp., assim, a suscetibilidade a dano mecânico de endospermas macios é maior quando comparada a endospermas vítreos e duros, e esse fator se torna muito importante quando visa-se reduzir a incidência de fungos em sementes.

Para Agarwal e Sinclair (1996), uma vez associados a sementes, os patógenos podem ser transmitidos como uma infecção ou infestação. Infecção significa que o patógeno é associado

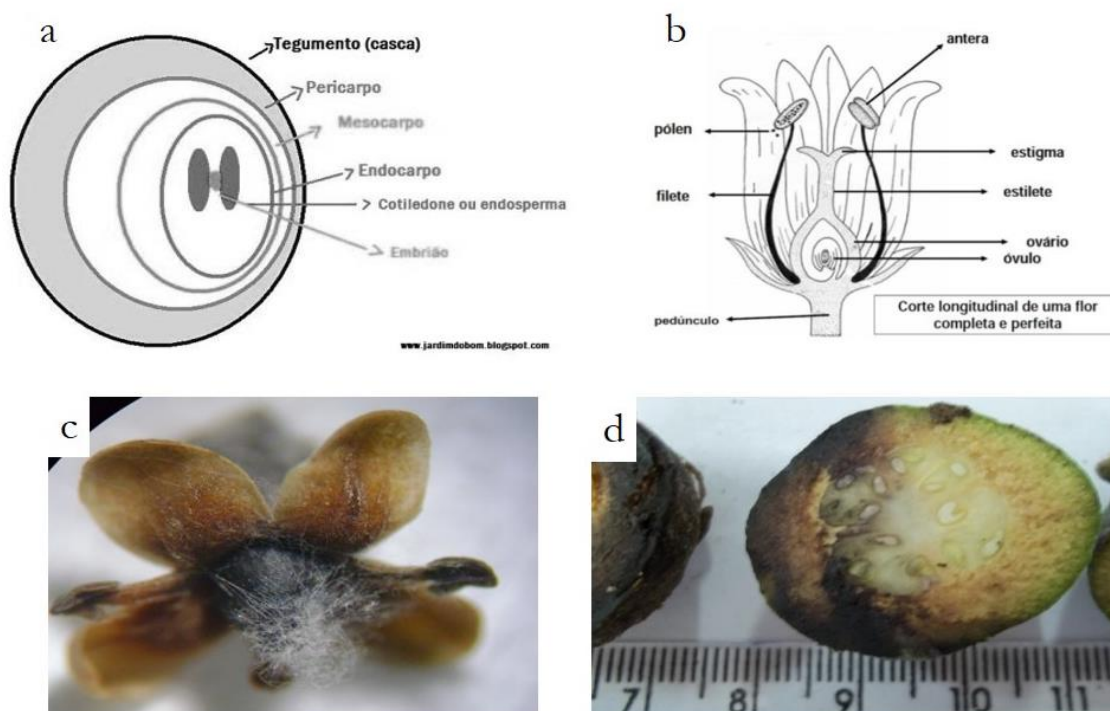
internamente, dentro do tecido da semente e, infestação, significa que o patógeno é associado passivamente, nos tecidos externos. No primeiro caso, de acordo com Agarwal e Sinclair (1996) e Dhingra (2005), pode ocorrer por diversas rotas, como:

a) a infecção sistêmica ocorre quando o patógeno cresce sistemicamente pelo sistema, vascular ou não, pela flor, pedicelo, pedúnculo ou funículo (Figura 2b e 2c). A maioria dos patógenos causadores de murcha vascular segue a rota do sistema vascular e entra na semente através do funículo, embora a infecção de sementes possa ocorrer pelo pericarpo. Patógenos comumente encontrados nesse grupo são *Fusarium* spp. e *Verticillium* spp.;

b) a infecção via estigmas de flores, também é classificada como infecção sistêmica, uma vez que o patógeno chega até a semente através de colonização sistêmica de estigmas, seguindo o caminho do tubo polínico. Fungos como *Aspergillus flavus*, *Fusarium moniliforme* e *F. graminearum* utilizam-se desta rota para causar infecção em sementes;

c) infecção local via pericarpo e tegumento. Esta é o mecanismo mais comum de infecção por patógenos necrotróficos. Primeiramente, o patógeno infecta o pericarpo, em seguida, o micélio estende-se da parede interna do pericarpo colonizado até o tegumento de sementes. Segundo Blum et al. (2006) alguns fungos, podem entrar nas sementes sem a necessidade de ferimentos ou aberturas naturais. Determinadas espécies de *Colletotrichum*, agente causal da antracnose em frutíferas, infectam a semente através do apressório (estrutura fúngica utilizada para romper a superfície do fruto), sem que haja a necessidade da existência de algum dano principalmente através do estigma, estilete, ovário, pedúnculo floral, tegumento e ainda aberturas do fruto (lenticelas) (Figura 2d).

d) muitos patógenos veiculados por sementes ficam passivamente aderidos à superfície. Em geral, o contato superficial pode ocorrer durante a colheita, ou em operações pós-colheita, mas isso pode ocorrer ainda na planta, quando o patógeno, na cavidade do fruto, começa a esporular, deixando os esporos na superfície da semente.



**Figura 2.** a) estrutura do fruto. Fonte: <http://trilhadoomato.blogspot.com.br/>; b) estruturas de uma flor completa e perfeita. Fonte: <http://pt.slideshare.net/BrunoRodriguesSouza/unidade-02-formao-e-desenvolvimento-das-sementes>; c) flor de erva mate infectada com *Fusarium* spp. Fonte: os autores; d) polpa de um fruto de goiaba-serrana parcialmente infectada com *Colletotrichum* sp. Fonte: os autores.

Os fungos que atacam as sementes de espécies florestais não têm recebido a devida atenção ao longo dos anos; conseqüentemente, há desconhecimento sobre os mecanismos de transmissão, método de penetração na semente, modos de ação e danos causados pelos mesmos (Homechin et al., 1986; Singh, 1997).

É importante considerar que, nem sempre uma alta incidência de fungos vai refletir na redução de vigor e germinação (Machado, 2000). Carvalho (1997) relata que a presença de patógenos nas sementes precisa ser observada sob duas perspectivas. A primeira é de que o dano causado pela presença de patógenos é restrito apenas a redução de rendimento, sem haver perda na viabilidade das sementes. Enquanto que a segunda se refere aos efeitos danosos da colonização do patógeno no embrião das sementes, implicando diretamente em redução do vigor e da germinação. Assim, além de verificar a presença de patógenos é necessário verificar a magnitude dos danos e compreender as relações de causa e infecção dos patógenos.

Visando explorar as relações entre os danos mecânicos nas sementes e o grau de infecção dos patógenos, Zapotoczny et al. (2020), testaram luz polarizada para detectar infecções fúngicas em grãos de cevada. O princípio do teste é de quando em contato com a luz, a imagem de uma semente sem infecção é muito mais clara e brilhante quando comparado a uma semente infectada. Assim, concluíram que a

microscopia de luz polarizada é um método eficiente na discriminação de sementes infectadas das não infectadas, podendo ser usada para desenvolver um sistema barato para determinar a gravidade das infecções de grãos causadas por vários patógenos.

### ***Localização do inoculo nas sementes***

O conhecimento prévio das formas de interação do inoculo de patógenos com sementes é importante em patologia de sementes, dentre vários aspectos, para a escolha de métodos de detecção destes agentes (Machado, 2000; Brasil, 2009b). Quanto mais interno estiver localizado o patógeno nas sementes, maior será sua sobrevivência e longevidade, sendo assim, são mais importantes do ponto de vista epidemiológico. Além disso, patógenos localizados na parte externa das sementes estão mais sujeitos a condições ambientais que podem influenciar no seu pleno desenvolvimento, sendo de mais fácil controle.

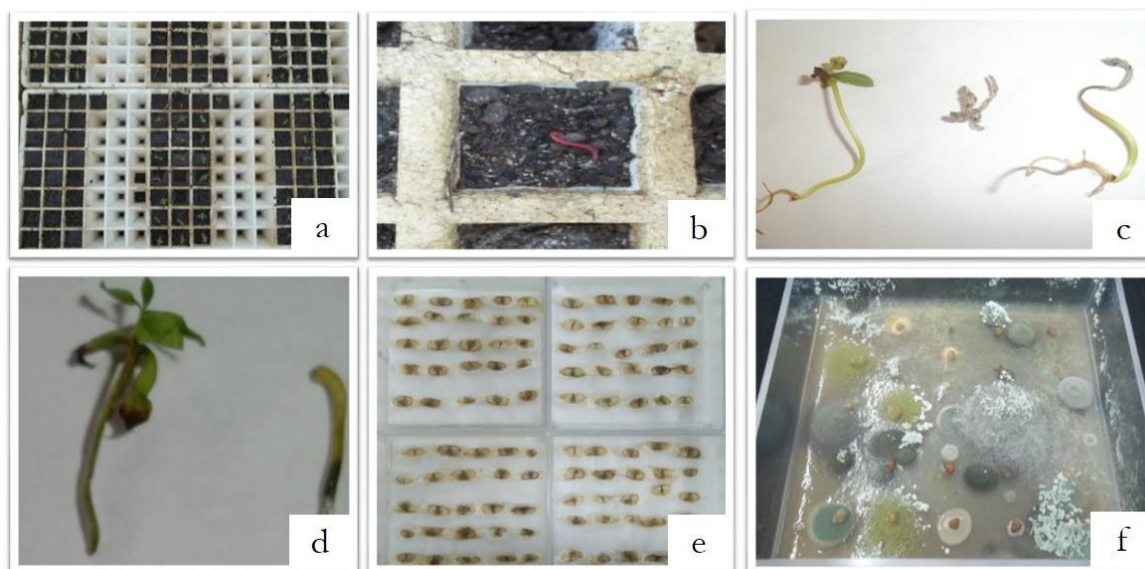
Segundo Brasil (2009b), a localização de microrganismos por sementes em um dado lote pode se dar de três maneiras, assim descritas:

Acompanhando a semente: nesse caso, o patógeno acompanha a semente, mas não se adere a ela nem dentro nem externamente, fazendo parte da fração impura do lote;

Localizados na parte externa da semente: uma segunda maneira pela qual certos patógenos podem se associar e serem transportados pelas sementes é por adesão passiva à superfície destas (tegumento). Dessa forma, os patógenos se associam às sementes durante a colheita, beneficiamento e armazenamento através de estruturas conhecidas como esporos e/ou fragmentos de micélio, ou ainda na planta, quando o patógeno, na cavidade do fruto começa a esporular, deixando os esporos na superfície da semente.

Localizados na parte interna da semente: nesse caso, o inoculo está infectando as sementes e está presente nos seus tecidos internos: endosperma e/ou embrião, estando, por isso, protegidos de condições ambientais desfavoráveis (Figura 3a), sendo mais facilmente transmitido de semente para plântula. Por isso, são importantes no que tange ao seu potencial patogênico. Nesse contexto, é recomendável a realização da assepsia superficial das sementes (geralmente, imersão em hipoclorito de sódio 1% e álcool 70% (ambos por 30 segundos).

É preciso salientar que, apesar da distinção que se faz entre esses três tipos de interação de inoculo com as sementes, um mesmo patógeno pode estar presente em um lote, sob uma ou mais formas de associação.



**Figura 3.** Teste de Transmissão montado em bandejas dividida em células (a). Tombamento de plântula em *Acca sellowiana* causado por *Fusarium* sp. (b). Lesões na parte aérea em plântulas de *Acca sellowiana* causado por *Colletotrichum* sp. (c) Sintomas de *Fusarium* sp. em raízes de *Acca sellowiana* (d). Teste de sanidade em sementes de Ipê amarelo (*Handroanthus chrysotrichus*), pelo método “Blotter Test” antes o período de incubação (e). Teste de sanidade em sementes de *Acca sellowiana* em meio de Batata-Dextrose-ágar (BDA), após o período de incubação (f). Fonte: os autores.

### *Transmissão de patógenos via semente*

A transmissão de fitopatógenos, no que diz respeito à patologia de sementes, é a sua passagem, infectando as sementes, para os órgãos aéreos fotossintetizantes (Cunfer, 1987; Machado, 2000). Dentre os patógenos que estão associados às sementes, o grupo dos fungos é maioria, seguido por bactérias, vírus e nematoides.

O teste de transmissão é realizado geralmente em casa de vegetação e é montado em bandejas de isopor, dividida em células (Figura 3a). Menten (1991) define que a transmissão de patógenos é detectada pelos seus sintomas causados na plântula, entretanto, em alguns casos, o tecido colonizado pode não apresentar sintomas (infecção latente). A infecção latente só manifestará sintomas quando as condições ambientais, nutricionais forem favoráveis ou quando o patógeno e/ou hospedeiros atingirem o estágio de maturidade.

A simples presença de um patógeno em um lote de sementes ou no campo de produção não é suficiente para assegurar a sua transmissão às gerações subsequentes. A ocorrência de doenças no campo pode não se correlacionar com o nível de inoculo nas sementes. Esse fato decorre da interferência de uma série de fatores de natureza biótica e abiótica (Dhingra, 2005; Machado; Pozza, 2005). De acordo com Neergaard (1977), são fatores que influenciam na transmissão de patógenos via sementes: a espécie cultivada (resistência varietal), condições ambientais (umidade ambiental e do solo, temperatura, vento,

chuva e luz), inoculo (viabilidade, localização na semente), práticas culturais (tipo de solo, pH, profundidade de semeadura e época de plantio, fertilização, entre outros), sobrevivência do inoculo, vigor da semente, microflora do solo e da semente, dentre outros.

Os maiores problemas relacionados à transmissão de fungos por sementes ocorrem durante na fase de germinação e na de formação de mudas (Carneiro, 1987). Dentre os diversos danos causados pelo ataque de patógenos em sementes agrícolas e florestais pode-se citar:

**Tombamento de plântulas ou *Damping-off*:** esta é uma das doenças mais comuns em viveiros florestais, os patógenos mais encontrados são: *Fusarium* spp., *Rhizoctonia* spp. e *Pythium* spp., pois afetam negativamente a germinação das sementes, como as plântulas recém-emergidas. Os sintomas caracterizam por lesões na região do colo da muda, inicialmente de aspecto encharcado, adquirindo posteriormente coloração escura, resultante da degeneração dos tecidos, assim, a destruição dos tecidos provoca o tombamento das mudas (Figura 3b).

**Lesões na parte aérea:** estes sintomas ocorrem na parte aérea e caracterizam-se por lesões nos cotilédones, folhas e caule. Ex. transmissão de *Colletotrichum* sp. em goiaba-da-Serra (*Acca sellowiana* (O.Berg) Burret) (Figura 3c).

**Podridão das raízes:** esta doença caracteriza-se por um declínio geral das mudas do sistema radicular, em seguida ela seca e morre ainda na sementeira (Figura 3d).

### ***Métodos de detecção de fungos em sementes***

Conforme Nunes (2014), a detecção de fungos em sementes é realizada através do teste de sanidade e tem como objetivo determinar as condições sanitárias de um dado lote de sementes e fornecer informações sobre a sua qualidade, certificação, valor cultural, determinação da necessidade do tratamento de sementes e avaliação da eficiência do tratamento

Por inúmeras razões o teste de sanidade de sementes é importante, pois os patógenos transmitidos por sementes podem servir de inoculo inicial para o desenvolvimento progressivo da doença no campo, infectar áreas isentas, em casos de importação, promover baixa germinação e baixo vigor da plântulas. Podem ainda, provocar morte em pré-emergência, podridão radicular, tombamento de mudas, manchas necróticas em folhas e caules, deformações como hipertrofias e subdesenvolvimento, descoloração de tecidos e infecções latentes (Neergaard, 1977; Brasil, 2009b).

Os métodos de detecção de patógenos em sementes variam de patógeno para patógeno, do tipo de associação patógeno/semente, do propósito do teste e da espécie da semente a ser testada. Além do mais, em muitos casos, os baixos níveis de inoculo e a distribuição não uniforme dentro de lotes de sementes, torna o teste de sanidade uma tarefa difícil de ser realizada. Os testes de sanidade devem satisfazer alguns atributos básicos, os quais estão descritos abaixo, conforme Nunes (2014):

a) os resultados obtidos no teste de sanidade devem ser precisos, oferecendo resultados compatíveis com os observados a campo;

b) os resultados obtidos no teste de sanidade devem ser facilmente reproduzíveis; isso é conseguido quando se tem uma metodologia muito bem definida e avaliada, fazendo com que o teste seja facilmente aplicável e interpretado;

c) o teste de sanidade deve ser suficientemente sensível a ponto de permitir a detecção de baixas porcentagens de infecção atendendo, em especial, aos padrões estabelecidos no programa de produção de sementes;

d) o tempo e o trabalho dispensados na execução e avaliação dos testes de sanidade, bem como os materiais e equipamentos, devem manter-se dentro de limites economicamente aceitáveis;

e) os resultados alcançados em testes de sanidade que necessitem incubação das sementes devem ser obtidos no mais curto período de tempo possível; isso é necessário tanto para o remetente da amostra como para o próprio laboratório.

### ***Formas de detecção de fungos em sementes***

Entre os protocolos indicados pelo MAPA (Brasil, 2009b) está a inspeção visual das amostras de sementes, exame da suspensão de lavagem, meio ágar sólido (BDA ou MEA), método do papel de filtro e específicos para determinadas espécies fúngicas. Na literatura, têm sido publicados diversos trabalhos relacionados à detecção de fungos em sementes de diferentes culturas e métodos, sendo o teste com papel de filtro “Blotter Test” o mais conhecido e utilizado, embora a incidência de infestantes como fungos e bactérias possa impedir a frutificação dos fungos-alvo, dificultando a sua identificação e quantificação, sobretudo os de crescimento lento (Reis et al., 1999; Baldin et al., 2017).

Nesse método, as sementes são distribuídas em caixas tipo gerbox ou placas de Petri, contendo papel filtro umedecidos com água destilada esterilizada. A realização desse teste deve ser baseada nas Manual de Análise Sanitária de Sementes (Brasil, 2009b), que recomenda a utilização de 400 sementes puras provenientes de uma amostra de trabalho. Ao se tratar de sementes de espécies florestais que muitas vezes apresentam limitações na sua produção, utiliza-se frequentemente 100 sementes divididas em quatro repetições de 25 (Brasil, 2009b) (Figura 3e).

Reis et al. (1999) descrevem outras formas de detecção de fungos, com possibilidade de uso em análises rotineiras de patógenos de sementes, como os meios seletivos e semi-seletivos. Os meios de cultura devem ser utilizados quando outros não ofereçam condições adequadas para crescimento vegetativo, esporulação e detecção de fungos que produzam colônias características (Lucca Filho, 1987). Os fungos necessitam de uma fonte de carbono para se desenvolverem, que pode ser a glicose, nitrogênio além de outros elementos em menor quantidade, tais como potássio, fósforo, enxofre, ferro, magnésio,



zinco, manganês e vitaminas (Zauza et al., 2007). Segundo Medeiros et al. (1992), entre os principais meios utilizados na detecção de fungos está o meio de cultura de BDA (Batata-Dextrose- Ágar) (Figura 3f).

### *Tratamento de Sementes*

Quando um patógeno é detectado nas sementes e tem sua transmissão comprovada de semente para plântula, é necessário o controle desse patógeno já na semente, a fim de evitar que o mesmo provoque algum dano ou doença nas futuras plantas ou tenha a sua introdução em uma área até então isenta.

O tratamento de sementes produz uma zona protetora ao redor das sementes e das raízes das plântulas, o que dificulta ou impede a entrada de um determinado patógeno (Dhingra et al., 1980). É usado, principalmente com a finalidade de permitir a germinação de sementes infectadas, controlar patógenos transmitidos pela semente e proteger as sementes dos fungos do solo (Henning, 2005), sendo uma tecnologia recomendada para diminuir falhas na germinação (Goulart, 1998).

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).

Vale ressaltar, porém, que o tratamento de sementes é a última alternativa para a obtenção de sementes “livres” de microrganismos, devendo-se sempre considerar a possibilidade da produção de sementes sadias através do manejo adequado na coleta, beneficiamento e armazenamento, visando a eliminação de sementes portadoras de patógenos (Menten, 1991).

Até o momento, existe falta de produtos químicos ou mesmo biológicos registrados para uso no tratamento de sementes florestais, fato que pode tornar o processo mais difícil, fazendo com que frequentemente haja necessidade de tomar experiências de outras culturas, geralmente agrícolas como referência (Parisi; Santos, 2011).

Machado (2000) relata que existem três tipos de tratamento mais importantes de controle de patógenos associados às sementes: químico, físico e biológico, conforme segue abaixo:

**Tratamento químico:** é o método mais comum de se tratar as sementes e envolve a aplicação de fungicidas, bactericidas, inseticidas e nematicidas. O produto utilizado para o tratamento deve ser eficiente principalmente contra os patógenos alvos, apresentar baixa fitotoxidez e pouca toxidez ao homem e ao

meio ambiente. Não deve ser corrosivo nem explosivo e ter baixo custo. Para espécies florestais existem poucos trabalhos utilizando produtos químicos no tratamento de sementes.

Devido a isso, esse tipo de tratamento pode apresentar uma série de limitações quanto às doses, sendo necessário o cálculo da proporção do fungicida com base na dose do produto indicado para espécies agrícolas e sua aplicação se dá através de sacos plásticos, sempre em local protegido de modo a evitar a intoxicação do manipulador (Parisi; Santos, 2011). Ainda segundo os mesmos autores, a metodologia de aplicação é outra limitação, sendo recomendado, em alguns casos, a peletização, ou seja, o envolvimento da semente com um adesivo, a fim de tornar possível a incorporação do produto químico.

Os fungicidas utilizados no tratamento de sementes podem ser classificados como, **Sistêmicos**, que são translocados para tecidos internos ou **Protetores ou de Contato**, que possuem atividade limitada de penetração nos tecidos, não tem mobilidade. De maneira geral, pode-se afirmar que os fungicidas sistêmicos são indicados para fungos infectantes e os protetores para fungos infestantes. Segundo Fantinel (2015), o uso de um fungicida sistêmico e de contato em conjunto, tende a aumentar o espectro de ação do produto nas sementes.

### *Classificação dos tratamentos de sementes*

**Tratamento físico (termoterapia):** esse método consiste em colocar as sementes em contato com o calor para que os patógenos presentes sejam eliminados sem perda de germinação e vigor. Para a aplicação deste tratamento, devem ser considerados a umidade, a dormência, a idade, o vigor, a presença de injúrias, o local, além das variações de sensibilidade ao calor entre vários cultivares de uma mesma espécie (Soave et al., 1996). É um processo não poluente, de baixo custo, não é utilizado comercialmente por falta de divulgação e por não apresentar efeito residual, ou seja, por não manter ações nas sementes.

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 et al., 1994; Machado, 2000).

**Tratamento biológico:** segundo Barreto (1985), a utilização de produtos derivados da indústria química no controle de doenças e pragas da agricultura tem sido questionada pela sociedade pelas consequências causadas pelos seus efeitos negativos, tais como a poluição do ar, contaminação de alimentos e o aumento da resistência dos patógenos aos fungicidas.

Atualmente, há preocupação crescente com o uso excessivo de produtos tóxicos, questões como a contaminação dos recursos naturais e de trabalhadores afligem a todos (Maffia; Mizobuti, 2001). Outro fator importante na escolha de métodos alternativos é que, segundo Alves et al. (2008), o custo do controle biológico é de aproximadamente um terço do controle com fungicidas. Dessa forma, o controle biológico é uma técnica promissora.

Baker (1989) define controle biológico como sendo o controle de um microrganismo através da ação direta de outro organismo antagônico, o qual pode atuar por meio de antibiose, parasitismo, competição, predação ou hipovirulência, fazendo com que a densidade do inoculo seja reduzida. Entre os organismos antagônicos utilizados no controle de patógenos associados às sementes destaca-se *Trichoderma* spp., uma vez que apresentam amplitude de ação no antagonismo a fungos e bactérias. Esses microrganismos são atóxicos ao homem e aos animais. Fungos do gênero *Trichoderma* podem ser encontrados no mundo todo e em praticamente todos os solos (Melo, 1991). São comercializados por algumas empresas na forma de pós-molháveis, grânulos desprezíveis, suspensões concentradas, óleos emulsionáveis, grãos colonizados e esporos secos (Morandi et al., 2009).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A compreensão das relações entre a incidência e infecção de patógenos em sementes é de suma importância quando se busca por sementes com alta qualidade fisiológica e, por isso o ramo da patologia de sementes merece destaque. Através da aplicação de conceitos e técnicas laboratoriais é possível identificar patógenos e prever o comportamento das principais doenças relacionadas as espécies cultivadas e não cultivadas e definir o melhor método de controle e de prevenção.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agarwal VK, Sinclair JB (1996). Principles of seed pathology. Boca Raton: CRC Press. 539p.
- Alves SB et al. (2008). Fungos entomopatogênicos usados no controle de pragas na América Latina. Alves SB, Lopes RB (Org.). Piracicaba: FEALQ, 69-110p.
- Alzugaray C et al. (2007). Factores bióticos y abióticos que afectan la calidad de las semillas de *Schinopsis balansae* Engl. y *Aspidosperma quebracho-blanco* Schltdl. Revista Iberoamericana de Micología, 24(1): 142-147.
- Áquila MEA (2004). Tipos de diásporos e suas origens. Ferreira AG, Borghetti F (Org.). Porto Alegre: Artmed, 69-92p.
- Baker R (1989). Improved *Trichoderma* spp. for promoting crop productivity. Trends of biotechnology, 7(1): 34-38.
- Baldin ELL et al. (2017). Inovações em manejo fitossanitário. Botucatu: FEPAF, 232p.

- Barreto SC (1985). Prática em agricultura orgânica. São Paulo: Ícone, 195p.
- Barroso GM et al. (1999) Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de Dicotiledôneas. Viçosa: UFV, 443p.
- Bergamin A, Kitajima EW (2011). História da Fitopatologia. Manual de Fitopatologia. São Paulo: Agronômica Ceres, 704p.
- Blum LEB et al. (2006). Fitopatologia o estudo das doenças de plantas. Brasília: Otimismo, 170p.
- Brasil (2009a). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para Análise de Sementes. Brasília: MAPA. 395p.
- Brasil (2009b). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Manual de Análise Sanitária de Sementes. Brasília: MAPA. 200p
- Carneiro JS (1987). Testes de sanidade de sementes de essências florestais. Soave J, Whetzel MMVS (Org.). Campinas: Fundação Cargill, 386-394p.
- Carvalho MV (1997). Ocorrência, contágio e associação em sementes de milho (*Zea mays* L.). Universidade Estadual Paulista (Dissertação), Jaboticabal, 65p.
- Carvalho NM, Nakagawa J (2000). Sementes: Ciência, Tecnologia e Produção. Jaboticabal: FUNEP, 588p.
- Costa CJ 2009 COSTA, Armazenamento e conservação de sementes de espécie do Cerrado. Planaltina: EMBRAPA Cerrados, 30p.
- Costa CJ et al. (2011). Base celular da origem e desenvolvimento do endosperma. Revista Científica Rural, 13(1): 226-246.
- Coutinho WM et al. (2007). Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de milho submetidas à termoterapia e condicionamento fisiológico. Fitopatologia Brasileira, 32(6): 458-4654.
- Cunfer BM (1987). Localization and survival of seed borne plant pathogens. Nasser LC et al. (Org.). Passo Fundo: Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes, 51-62p.
- Dhingra OD (2005). Teoria da transmissão de patógenos fúngicos por sementes. Zambolim L. (Org.). Viçosa: UFV, 75-112p.
- Dhingra, OD et al. (1980). Tratamento de sementes: controle de patógenos. Viçosa: UFV, 121p.
- Fantinel VS et al. (2015). Tratamento de sementes de goiaba-serrana (*Acca sellowiana*): efeito na incidência de fungos e na germinação. Revista Brasileira de Biociências, 13(2): 84-89.
- França-Neto JB, Krzyzanowski FC (2018). Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de soja. Londrina: EMPRAPA Soja, 109p.
- Goulart ACP (1998). Tratamento de sementes com fungicidas. EMBRAPA (Org.). Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 71-84p.
- Grondeau C et al. (1994). A Review of thermotherapy to free plant materials from pathogens, especially seeds from bacteria. Critical Reviews in Plant Sciences, 13(1): 57-75.

- Henning AA (2005). Patologia de sementes. Londrina: EMBRAPA, 47p.
- Homechin M et al. (1986). Sanidade de sementes de *Pinus elliottii* var. *elliottii* e *Pinus taeda* e patogenidade de *Fusarium oxysporum* em plântulas de *Pinus elliottii* var. *elliottii*. Summa Phytopathologica, 12(1/2): 103-112.
- José SCRBR et al. (2010). Armazenamento de sementes de girassol em temperaturas subzero: aspectos fisiológicos e bioquímicos. Revista Brasileira de Sementes, 32(4): 029-038.
- Lakatos EM, Marconi MA (2010). Fundamentos da metodologia científica. São Paulo: Atlas, 387p.
- Lopes Sobrinho OP et al. (2020). Técnicas de dendrometria no manejo da irrigação: uma revisão integrativa. Research, Society and Development, 9(8): 1-21.
- Lucca Filho OA (1987). Metodologia dos testes de sanidade de sementes. Soave J, Wetzel MMVS (Org.). Campinas: Fundação Cargill, 276-298p.
- Machado JC (2000). Tratamento de sementes no controle de doenças. Lavras: UFLA, 138p.
- Machado JC, Pozza EA (2005). Razões e procedimentos para o estabelecimento de tolerância a patógenos em sementes. Zambolim L (Org.). Viçosa: UFV, 375-398P.
- Maffia LA, Mizobuti SG (2001). Aplicações de princípios de controle no manejo ecológico de doenças de plantas. Informe Agropecuário, 22(212): 9-18.
- Marcos Filho J (2015). Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. Londrina: ABRATES. 650p.
- Medeiros ACS et al. (1992). Avaliação quali-quantitativa de fungos associados à sementes de aroeira (*Astronium urundeuva* (Fr. All.) Engl.). Revista Brasileira de Sementes, Brasília, 14(1): 51-55.
- Melo IS (1991). Potencialidades da utilização de *Trichoderma* spp. no controle biológico de doenças de plantas. Bettiol, W (Org.). Jaguariúna: EMBRAPA, 135-156p.
- Menten JOM (1991). Patógenos em sementes: detecção, danos e controle químico. Piracicaba: ESALQ: FEALQ, 321p.
- Menten JOM (2017). Prejuízos causados por patógenos associados às sementes. Piracicaba: ESALQ, 38p.
- Morandi et al. (2009). Controle biológico de pragas, doenças e plantas invasoras. Informe Agropecuário, 30(251): 73- 82.
- Nascimento WMO et al. (2006). Qualidade sanitária e germinação de sementes de *Pterogyne nitens* Tull. (Leguminosae – Caesalpinioideae). Revista Brasileira de Sementes, 28(1): 149-153.
- Neergaard P (1977). Seed Pathology. London: Mac Millan Press, 839p.
- Nunes, JL (2014). Patologia de sementes. Disponível em: <<http://www.agrolink.com.br/sementes/TecnologiaSementes/Patologia.aspx>>. Acesso em: 15/12/2020.

- Nunes, JLS (2016). Tecnologia de sementes - Patologia. Disponível em: <[https://www.agrolink.com.br/sementes/tecnologia-sementes/patologia\\_361341.html](https://www.agrolink.com.br/sementes/tecnologia-sementes/patologia_361341.html)>. Acesso em: 15/12/2020.
- Oliveira TR et al. (2009). Maize (*Zea Mays* L.) Landraces from the Southern Region of Brazil: Contamination by *Fusarium* sp, Zearalenone, Physical and Mechanical Characteristics of the Kernels. Brazilian Archives of Biology and Technology, 52(1): 11-16.
- Parisi JJD, Santos AF (2011). Tratamento de sementes florestais. Santos AF (Org.). Colombo: Embrapa Florestas, 105-114p.
- Pereira AS et al. (2018). Metodologia da pesquisa científica. Santa Maria: UFSM, 119p.
- Reis EM et al. (1999). Comparison of methods to detect leaf and head blighting fungi in small grain seeds. Summa Phytopathologica, 25(1): 364-367.
- Sales F et al. (2011). The germination of bush mint (*Hyptis marrubioides* EPL) seeds as a function of harvest stage, light, temperature and duration of storage. Acta scientiarum. Agronomy, 33(4): 709-713.
- Silva SC et al. (2004). Produção de sementes sadias de feijão em várzeas tropicais. Brasília: EMBRAPA, 4p.
- Singh P (1997). Tree seed pathogens and seed diseases: their detection and management in sustainable forestry. Procházková Z, Sutherland JR (Org.). Opocno: ISTA, 9-22p.
- Soave J et al. (1996). Tratamento químico de sementes. Campinas: Fundação Cargill, 104p.
- Zapotoczny P et al. (2020). The use of polarized light and image analysis in evaluations of the severity of fungal infection in barley grain. Computers and Electronics in Agriculture, 169(1): 105-159.
- Zauza EAV et al. (2007). Esterilização, preparo de meios de cultura e fatores associados ao cultivo de fitopatógenos. Alfenas AC, Mafia RG (Org.). Viçosa: UFV, 23-51p.

## ÍNDICE REMISSIVO

- A**  
armazenamento de sementes, 35, 101, 102, 133  
arranjos de plantas, 37, 38  
azevém, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 75, 76, 77, 78, 79
- C**  
*Carthamus tinctorius* L., 7, 8, 19, 20, 22, 31, 101, 103  
*Celosia argentea* L., 14, 23, 24, 25, 28, 30, 31, 33, 34, 86
- Ch**  
*Chenopodium quinoa*, 93, 102, 103, 104
- C**  
clorofila, 55, 58, 61  
combinações de temperaturas e fotoperíodos, 82, 86, 87, 88, 89, 90
- D**  
doenças transmitidas por sementes, 119
- E**  
emergência, 10, 11, 12, 14, 15, 19, 22, 23, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 36, 45, 49, 55, 56, 59, 94, 97, 98, 100, 101, 102, 105, 108, 109, 111, 112, 113, 115, 127  
envelhecimento acelerado, 34, 44, 45, 50, 106, 117
- F**  
frequências relativas de germinação, 32  
fungos fitopatogênicos, 119
- G**  
germinação, 8, 10, 11, 12, 14, 15, 18, 19, 20, 21, 22, 25, 26, 28, 32, 35, 36, 38, 39, 42, 45, 47, 48, 49, 53, 54, 56, 57, 62, 63, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 75, 76, 80, 81, 82, 83, 84, 86, 87, 89, 90, 92, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 121, 124, 127, 129, 130, 132, 133
- L**  
*Lagenaria siceraria* (Mol.) Stand., 105  
lotes, 9, 10, 12, 14, 15, 18, 25, 28, 29, 31, 32, 34, 38, 41, 42, 45, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 75, 76, 77, 78, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 105, 106, 107, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 118, 119, 127  
*Luffa cylindrica* L. M. Roem., 80
- O**  
outras sementes por número, 69, 70
- P**  
patologia de sementes, 119, 120, 125, 126, 131  
plântulas de sorgo, 59  
pureza, 66, 67, 68, 69, 72, 75, 76, 77
- Q**  
qualidade de sementes, 27, 28, 34, 50, 62, 66, 68, 72, 78, 79, 95, 99, 119
- R**  
regimes de iluminação, 82, 86, 87, 88, 89, 90
- S**  
sanidade de sementes, 19, 119, 127, 132, 133  
*Sorghum bicolor* L. Moench, 37, 54, 59
- T**  
termoterapia via calor seco, 9, 10, 12, 14, 16, 18  
termoterapia via calor úmido, 8, 10, 12, 14, 16, 18  
tratamento de sementes, 8, 14, 19, 127, 129, 130

## SOBRE OS ORGANIZADORES



### **Janine Farias Menegaes**

- Engenheira Agrônoma pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)
- Mestrado em Engenharia Agrícola pela UFSM
- Doutor em Agronomia pela UFSM
- Especialista em Educação Ambiental pela UFSM
- Professora Voluntária do Departamento de Fitotecnia da UFSM, em Santa Maria, RS



### **Ubirajara Russi Nunes**

- Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)
- Mestre em Agronomia pela UFSM
- Doutor em Fitotecnia (Produção Vegetal) pela Universidade Federal de Viçosa (UFV)
- Professor Associado do Departamento de Fitotecnia da UFSM, em Santa Maria, RS
- Professor Bolsista CNPq de Produtividade em Pesquisa



O e-book Sementes: foco em pesquisa sobre qualidade fisiológica e sanitária de publicação da Pantanal Editora, apresenta, em seus nove capítulos, os resultados de pesquisas desenvolvidas ao longo dos últimos anos no Laboratório Didático e de Pesquisas em Sementes (LDPS) do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), em Santa Maria, RS e parceria aos Cursos de Graduação e Pós-Graduação do Centro de Ciências Rurais da UFSM, sendo coordenadas pelo professor Dr. Ubirajara Russi Nunes.

ISBN 978-658831943-7



**Pantanal Editora**

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000  
Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil  
Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp)  
<https://www.editorapantanal.com.br>  
[contato@editorapantanal.com.br](mailto:contato@editorapantanal.com.br)