

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® Pantanal Editora
Copyright do Texto® 2021 Os Autores
Copyright da Edição® 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

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
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 https://doi.org/10.46420/9786588319437</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>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

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

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

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

Qualidade fisiológica de sementes de quinoa armazenadas por diferentes períodos

 10.46420/9786588319437cap7

Janete Denardi Munareto^{1*} 

Janine Farias Menegaes² 

Ubirajara Russi Nunes³ 

Sandro Luis Petter Medeiros³ 

Edmar Soares de Vasconcelos⁴ 

André Luís Tischler⁵ 

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⁻¹ e Peru, com 27.578 a 37.625 ha⁻¹ (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.

¹ Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Dr.^a em Agronomia.

² UFSM, Dr.^a Professora voluntária do Departamento de Fitotecnia.

³ UFSM, Dr. Professor Adjunto do Departamento de Fitotecnia.

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

⁵ 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).

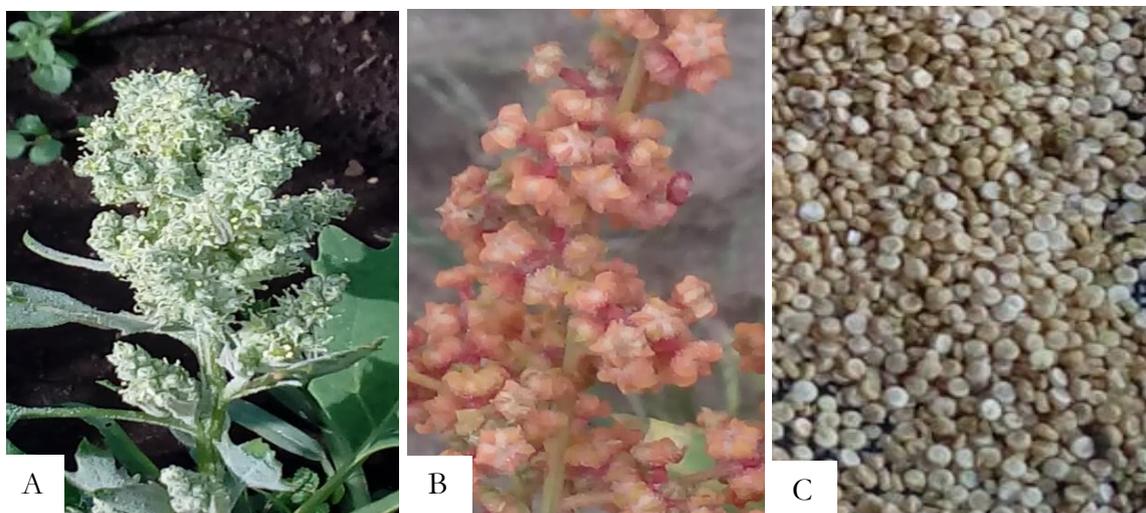


Figura 1. Panícula de quinoa em florescimento (A), em maturação(B) e sementes de quinoa (C). Fonte: os autores.

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⁻¹ (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 ± 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 ± 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; 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 ^{ns}	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 (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 ^{ns} 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 lote3 (Tabela1). 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 ^{ns}	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 ^{ns} 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 Administrativas 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.

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