

# Desafios e avanços para produção de sementes em sistema de cultivo orgânico

Lilian V. M. de Tunes  
Cristina Rossetti  
Organizadoras



2024

**Lilian Vanussa Madruga de Tunes**  
**Cristina Rossetti**  
Organizadoras

**Desafios e avanços para produção de  
sementes em sistema de cultivo  
orgânico**



Pantanal Editora

2024

Copyright© Pantanal Editora

**Editor Chefe:** Dr. Alan Mario Zuffo

**Editores Executivos:** Dr. Jorge González Aguilera e Dr. Bruno Rodrigues de Oliveira

**Diagramação:** A editora. **Diagramação e Arte:** A editora. **Imagens de capa e contracapa:** Canva.com. **Revisão:** O(s) autor(es), organizador(es) e a editora.

### Conselho Editorial

#### Grau acadêmico e Nome

Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos  
Profa. MSc. Adriana Flávia Neu  
Profa. Dra. Allys Ferrer Dubois  
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior  
Profa. MSc. Aris Verdecia Peña  
Profa. Arisleidis Chapman Verdecia  
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva  
Prof. Dr. Bruno Gomes de Araújo  
Prof. Dr. Caio Cesar Enside de Abreu  
Prof. Dr. Carlos Nick  
Prof. Dr. Claudio Silveira Maia  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos  
Prof. Dr. Cristiano Pereira da Silva  
Profa. Ma. Dayse Rodrigues dos Santos  
Prof. MSc. David Chacon Alvarez  
Prof. Dr. Denis Silva Nogueira  
Profa. Dra. Denise Silva Nogueira  
Profa. Dra. Dennyura Oliveira Galvão  
Prof. Dr. Elias Rocha Gonçalves  
Prof. Me. Ernane Rosa Martins  
Prof. Dr. Fábio Steiner  
Prof. Dr. Fabiano dos Santos Souza  
Prof. Dr. Gabriel Andres Tafur Gomez  
Prof. Dr. Hebert Hernán Soto Gonzáles  
Prof. Dr. Hudson do Vale de Oliveira  
Prof. MSc. Javier Revilla Armesto  
Prof. MSc. João Camilo Sevilla  
Prof. Dr. José Luis Soto Gonzales  
Prof. Dr. Julio Cezar Uzinski  
Prof. MSc. Lucas R. Oliveira  
Prof. Dr. Luciano Façanha Marques  
Profa. Dra. Keyla Christina Almeida Portela  
Prof. Dr. Leandro Argentel-Martínez  
Profa. MSc. Lidiene Jaqueline de Souza Costa Marchesan  
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann  
Prof. MSc. Marcos Pisarski Júnior  
Prof. Dr. Marcos Pereira dos Santos  
Prof. Dr. Mario Rodrigo Esparza Mantilla  
Profa. MSc. Mary Jose Almeida Pereira  
Profa. MSc. Núbia Flávia Oliveira Mendes  
Profa. MSc. Nila Luciana Vilhena Madureira  
Profa. Dra. Patrícia Maurer  
Profa. Dra. Queila Pahim da Silva  
Prof. Dr. Rafael Chapman Auty  
Prof. Dr. Rafael Felipe Ratke  
Prof. Dr. Raphael Reis da Silva  
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes  
Prof. Dr. Ricardo Alves de Araújo (*In Memoriam*)  
Profa. Dra. Sylvana Karla da Silva de Lemos Santos  
MSc. Tayronne de Almeida Rodrigues  
Prof. Dr. Wéverson Lima Fonseca  
Prof. MSc. Wesclen Vilar Nogueira  
Profa. Dra. Yilan Fung Boix  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme

#### Instituição

OAB/PB  
Mun. Faxinal Soturno e Tupanciretã  
UO (Cuba)  
IF SUDESTE MG  
Facultad de Medicina (Cuba)  
ISCM (Cuba)  
UFESSPA  
UEA  
UNEMAT  
UFV  
AJES  
UFGD  
UEMS  
IFPA  
UNICENTRO  
IFMT  
UFMG  
URCA  
ISEPAM-FAETEC  
IFG  
UEMS  
UFF  
(Colômbia)  
UNAM (Peru)  
IFRR  
UCG (México)  
Rede Municipal de Niterói (RJ)  
UNMSM (Peru)  
UFMT  
SED Mato Grosso do Sul  
UEMA  
IFPR  
Tec-NM (México)  
Consultório em Santa Maria  
UFJF  
UEG  
FAQ  
UNAM (Peru)  
SEDUC/PA  
IFB  
IFPA  
UNIPAMPA  
IFB  
UO (Cuba)  
UFMS  
UFPI  
UFG  
UEMA  
IFB  
UFPI  
FURG  
UO (Cuba)  
UFT

Conselho Técnico Científico  
- Esp. Joacir Mário Zuffo Júnior  
- Esp. Maurício Amormino Júnior  
- Lda. Rosalina Eufrausino Lustosa Zuffo

Ficha Catalográfica

**Catalogação na publicação**  
**Elaborada por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166**

D441

Desafios e avanços para produção de sementes em sistema de cultivo orgânico / Organização de Lilian Vanussa Madruga de Tunes, Cristina Rossetti. – Nova Xavantina-MT: Pantanal, 2024.  
78p.

Livro em PDF

ISBN 978-65-85756-34-1

DOI <https://doi.org/10.46420/9786585756341>

1. Sementes. 2. Fisiologia. I. Tunes, Lilian Vanussa Madruga de (Organizadora). II. Rossetti, Cristina (Organizadora). III. Título.

CDD 631.521

Índice para catálogo sistemático

I. Sementes



Nossos e-books são de acesso público e gratuito e seu download e compartilhamento são permitidos, mas solicitamos que sejam dados os devidos créditos à Pantanal Editora e também aos organizadores e autores. Entretanto, não é permitida a utilização dos e-books para fins comerciais, exceto com autorização expressa dos autores com a concordância 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**

A crescente demanda dos consumidores por alimentos naturais e livres de substâncias químicas ganha força em todos os elos da cadeia da produção – da indústria de insumos aos agricultores. A palavra de ordem é substituir o método tradicional de produção dos alimentos por uma nova, moderna e mais amigável versão, a partir do uso de insumos naturais ou biológicos, que apresentam consideravelmente menor impacto ambiental. A produção biológica sempre esteve presente no agronegócio, mas agora ganha espaço por uma demanda da sociedade. As pessoas optam, cada vez mais, por alimentos saudáveis e produzidos com respeito ao meio ambiente.

Esse movimento impulsiona os bioinsumos, mercado que já representa mais de US\$ 1,2 bilhão por ano em negócios no Brasil todo produto biológico é benéfico para as plantas porque quando passam a integrar o sistema produtivo trabalham de forma harmônica, sustentável e regenerativa nas mais diversas culturas, como soja, milho, algodão, frutas e outras.

No Brasil, os alimentos orgânicos precisam estar de acordo com a Lei nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003. Apesar de todos os esforços, é impossível garantir que o alimento orgânico esteja 100% livre de resíduos de fertilizantes. Estudos demonstram que 13% dos alimentos orgânicos apresentam traços desses compostos químicos, enquanto nos alimentos tradicionais os números podem chegar a 71%.

Com isso, a agricultura orgânica é um movimento de cultivo de alimentos que busca reduzir os impactos ambientais ao solo e aos lençóis freáticos provocados por métodos convencionais que usam pesticidas e fertilizantes. Além disso, há uma preocupação com a redução de elementos nocivos que podem chegar à mesa do consumidor.

A produção de sementes, mudas e outras formas de propagação vegetal é hoje um dos maiores desafios para a agricultura orgânica. Mesmo com o pioneirismo na produção orgânica, a produção de insumos possui pouca oferta de sementes orgânicas para atender ao processo de certificação em toda a cadeia produtiva. A certificação assegura ao produtor orgânico o plantio de sementes isentas de tratamento químico, produzidas em condições próprias e seguras, desde o campo até a embalagem final.

Dessa forma, observando as peculiaridades da produção orgânica foram desenvolvidas neste e-book técnicas alternativas utilizadas junto a produção e ao controle de qualidade em sementes.


## Sumário

<b>Apresentação .....</b>	<b>4</b>
<b>Capítulo 1.....</b>	<b>6</b>
Produção de sementes e os desafios para a agricultura orgânica.....	6
<b>Capítulo 2.....</b>	<b>13</b>
Estratégias para produção de Trigo Antigo em cultivo biológico na cidade de Montalcino na Região da Toscana – Itália.....	13
<b>Capítulo 3.....</b>	<b>21</b>
Análise do Tratamento de Sementes de Soja com Macronutrientes e Micronutrientes .....	21
<b>Capítulo 4.....</b>	<b>29</b>
Propriedades físico-químicas de cinzas de casca de arroz obtidas sob queima controlada e não controlada seguidas de moagens .....	29
<b>Capítulo 5.....</b>	<b>42</b>
Cinzas de casca de arroz e seus efeitos nas qualidades físicas e fisiológicas de sementes de trigo após 6 meses de armazenamento.....	42
<b>Capítulo 6.....</b>	<b>51</b>
Germinação de sementes de <i>Triticum aestivium</i> L. desinfestadas com água ionizada em diferentes tempos de embebição .....	51
<b>Capítulo 7.....</b>	<b>58</b>
A implicação da água ionizada na germinação de sementes de tomate.....	58
<b>Capítulo 8.....</b>	<b>63</b>
Influência do pH da água ionizada na avaliação de qualidade de sementes de soja .....	63
<b>Capítulo 9.....</b>	<b>70</b>
Utilização de diferentes espaçamentos entre sementes de trigo antigo e trigo moderno .....	70
<b>Índice Remissivo .....</b>	<b>77</b>
<b>Sobre as organizadoras.....</b>	<b>78</b>


# Produção de sementes e os desafios para a agricultura orgânica

Recebido em: 27/05/2024


Aceito em: 04/07/2024


 10.46420/9786585756341cap1

Cristina Rossetti<sup>1\*</sup> 

Natalia Pedra Madruga<sup>1</sup> 

Carem Rosane Coutinho Saraiva<sup>1</sup> 

Guilherme Roberto Schalanski<sup>1</sup> 

Tiago Pedó<sup>1</sup> 

Lilian Vanussa Madruga de Tunes<sup>1</sup> 

## INTRODUÇÃO

Nos últimos anos consumidores vêm criticando a agricultura convencional e preocupando mais com a conservação ambiental e com o consumo de alimentos saudáveis (Altieri, 2012; Barbieri & Bocchi, 2015). Também vem crescendo o número de produtos orgânicos e a sua certificação. Neste sentido, a IN 38, de 2 de agosto de 2011, estabelece normas para a produção de sementes e mudas em acordo com o sistema orgânico (Lima et al., 2014) e estabelece prazos para o uso de sementes orgânicas pelo produtor.

A adoção de sistemas orgânicos de produção pode em muito minimizar os problemas ambientais decorrentes da atividade agrícola, conforme reconhecido pelo Ministério da Agricultura dos Estados Unidos da América (USDA, 2020). Considera-se sistema orgânico de produção agropecuária e industrial, todo aquele em que se adotam tecnologias que otimizem o uso de recursos naturais e sócio-econômicos, respeitando a integridade cultural e tendo por objetivo a auto-sustentação no tempo e no espaço, a maximização dos benefícios sociais, a minimização da dependência de energias não renováveis e a eliminação do emprego de agrotóxicos e outros insumos artificiais tóxicos, organismos geneticamente modificados – OGM/transgênicos, ou radiações ionizantes em qualquer fase do processo de produção, armazenamento e de consumo, e entre os mesmos, privilegiando a preservação da saúde ambiental e humana, assegurando a transparência em todos os estágios da produção e transformação (David et al., 2018).

A viabilização desta estratégia apoia-se na implantação de sistemas de produção diversificados, através da manutenção de policultivos anuais e perenes associados, sempre que possível, com a produção animal, ao contrário do manejo adotado nos sistemas convencionais que enfatiza a monocultura. A diversificação faz com que estes sistemas se tornem mais estáveis economicamente, por apresentarem

---

<sup>1</sup> Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Fitotecnia, Av. Eliseu Maciel, s/n, 96010-900, Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil.

\* Autor(a) correspondente: [cristinarossetti@yahoo.com.br](mailto:cristinarossetti@yahoo.com.br) (54) 999678406

maior capacidade de absorver as perturbações inerentes ao processo produtivo na agricultura (sobretudo as flutuações mercadológicas e climáticas (David et al., 2018). É preciso observar que um sistema orgânico de produção não é obtido somente na troca de insumos químicos por insumos orgânicos/biológicos/ecológicos. Requer o comprometimento do setor produtivo com o sentido holístico da produção agrícola, onde o uso eficiente dos recursos naturais não renováveis, a manutenção da biodiversidade, a proteção do meio ambiente, o desenvolvimento econômico, bem como, a qualidade da vida do homem esteja igualmente contemplada (Carvalho, 2020).

## **AGRICULTURA ORGÂNICA NO BRASIL**

O crescente interesse neste assunto é consequência de exigência dos consumidores por alimentos saudáveis, produzidos mediante um sistema que respeite o meio ambiente e seja socialmente justo. Nesse sentido, para que o Brasil consiga atender o mercado de produtos orgânicos é necessária que a produção de sementes em sistema orgânico, assim como materiais de reprodução vegetal estejam disponíveis aos produtores inseridos nessa modalidade de produção. Caso contrário a certificação de qualquer produto será inviabilizada, já que estes representam o início da cadeia produtiva de orgânicos (MAPA, 2019).

A obtenção de sementes orgânicas no Brasil é um dos principais entraves do setor. Atualmente, a produção é restrita, em grande parte, aos agricultores familiares. A Lei nº 10.831/2003, referente ao sistema nacional de sementes e mudas, garante respaldo a essa atividade. Em 27 de dezembro de 2007 o governo brasileiro regulamentou através do Diário Oficial da União (DOU) os novos critérios para o funcionamento de todo o sistema de produção orgânica, desde a propriedade rural até o ponto de venda (MAPA, 2019).

A Instrução Normativa Nº 38 de 2011 (Sementes e Mudas Orgânicas) dispõe que a produção de sementes e mudas orgânicas deverá obedecer às normas e padrões de identidade e qualidade estabelecidas na regulamentação brasileira para produção de sementes e mudas. A portaria Nº 52 de 2021 atualiza o regulamento técnico, bem como as listas de substâncias e práticas permitidas em sistemas orgânicos de produção. Incorpora as normas para produção de sementes, mudas e de cogumelos comestíveis na agricultura orgânica. Na caracterização da unidade de produção orgânica, incrementa a obrigatoriedade da adoção de medidas de proteção contra contaminação por unidades de produção vizinhas (MAPA, 2019).

Segundo o Ministério da Agricultura (2019), os produtos orgânicos agregam uma média de 30% a mais no seu custo final de produção, quando comparado à produtos de origem convencional. O motivo principal para esses valores mais elevados é devido aos orgânicos apresentarem uma menor escala produtiva, custos de conversão de acordo com a regulamentação e processos de reconhecimento de sua qualidade orgânica. Vale ressaltar que a estruturação do preço do produto orgânico depende



especialmente do gerenciamento da unidade de produção, do canal de comercialização e da oferta e demanda dos produtos.

## **REGULAMENTAÇÃO PARA PRODUÇÃO DE SEMENTES E MUDAS EM SISTEMAS ORGÂNICOS DE PRODUÇÃO**

O termo “*Produto Orgânico*” denota produtos que são produzidos de acordo com os princípios e práticas da agricultura orgânica, que foi instituído no Brasil com a lei 10.831/2003 que dispõe sobre Agricultura Orgânica (BRASIL, 2009).

A Lei 10.831/2003 que traz os conceitos a respeito da produção orgânica, tem como finalidade ofertar produtos saudáveis isentos de contaminantes intencionais; preservar a diversidade biológica dos ecossistemas naturais e a recomposição ou incremento da diversidade biológica dos ecossistemas modificados em que se insere o sistema de produção; incrementar a atividade biológica do solo; promover um uso saudável do solo, da água e do ar e reduzir ao mínimo todas as formas de contaminação desses elementos que possam resultar das práticas agrícolas; reciclar resíduos de origem orgânica, reduzindo ao mínimo o emprego de recursos não renováveis, dentre outras (BRASIL, 2003a).

Para o cumprimento do processo de avaliação da conformidade orgânica, o Decreto nº 6.323 instituiu o Sistema Brasileiro de Avaliação da Conformidade Orgânica, integrado por órgãos e entidades da administração pública federal e pelos organismos de avaliação da conformidade credenciados pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA). O sistema é identificado por um selo único, em todo o território nacional, no qual agrega a identificação do sistema de avaliação da conformidade orgânica (Alves; Santos & Azevedo, 2017).

## **PRODUÇÃO DE SEMENTES ORGÂNICA**

A produção de sementes orgânicas já é realizada no Brasil, porém em quantidade reduzida, além de ficar restrita aos pequenos agricultores e cooperativas, que utilizam as sementes produzidas para consumo próprio ou realizam trocas de sementes entre os próprios agricultores, tornando-se autossuficientes (Badue, 2018).

Atualmente, não há no mercado nenhuma empresa que ofereça uma produção de sementes orgânicas capaz de atender a toda demanda da produção orgânica do país. Algumas empresas tradicionais de sementes estão certificando campos de produção e estruturas de beneficiamento conforme os princípios agroecológicos e dessa forma produzindo sementes de algumas culturas para a agricultura orgânica, porém em pequena escala (Nascimento et al., 2018).

Ainda há uma necessidade muito grande de solucionar as dificuldades do sistema e colocar em prática os regulamentos e normas da Legislação de Sementes do Brasil. Grande parte do cultivo orgânico

no país é realizado com sementes convencionais devido o mercado não dispor de sementes orgânicas em quantidade e qualidade (Nascimento et al., 2018).

Além disso, o país importa a maior parte de suas sementes utilizadas na produção orgânica, tornando o custo mais elevado, já que sementes em países como a Europa pode chegar a um valor três vezes maior em relação ao preço das sementes convencionais. No Brasil, o custo de sementes orgânicas é cerca de 20% a mais (Lima, 2020).

## **UTILIZAÇÃO DE PRODUTOS BIOLÓGICOS NA AGRICULTURA**

Os produtos biológicos, também chamados de bioprodutos, são desenvolvidos a partir de ingredientes ativos naturais, podendo ser um organismo vivo (microrganismos, por exemplo) ou substâncias produzidas naturalmente pelos microrganismos, que podem ser extraídas e utilizadas no controle de pragas e doenças. Os produtos biológicos são geralmente considerados mais seguros e sustentáveis que os pesticidas químicos aplicados na agricultura (Croplife BRASIL, 2021).

Existe uma crescente demanda de abastecimento de alimentos pela população mundial. Estima-se que será necessário um aumento da produção global de alimentos de pelo menos 70% para uma população estimada em 10 bilhões de pessoas até 2050. Esse fato leva à necessidade de métodos eficientes e sustentáveis de controle de fitopatógenos. E o controle biológico está se profissionalizando cada vez mais. Atualmente, observamos maior disponibilidade de tecnologias para produção, formulação e aplicação dos agentes no campo, maior facilidade de acesso e ganho na eficiência do controle (Harris, 2019).

Uma das linhas mais promissoras para controle de pragas no mundo vem sendo a utilização de fungos, pela sua praticidade e confiabilidade. Entre estes destaca-se o uso de fungos entomopatogênicos (Jovchelevich, 2016). Os biofungicidas podem ser aplicados no tratamento de sementes e também pulverizados diretamente na cultura. Quando o produto entra em contato com a planta doente ou com o patógeno, começa o processo de controle da doença (Dias et al., 2017).

Os nematicidas biológicos são uma ferramenta que pertencente ao controle biológico, pois são bioprodutos. Esses produtos são formulados com o uso de fungos e/ou bactérias que atuam como agentes bio-controladores de nematoides de plantas. Esses agentes possuem a capacidade de capturar, parasitar, desorientar e até mesmo paralisar nematoides em diferentes estágios de desenvolvimento (Carvalho, 2017).

Os bioherbicidas podem ser desenvolvidos a partir de substâncias produzidas pelo metabolismo secundário de vegetais e/ou de microrganismos fitopatogênicos. Os estudos demonstram controle eficiente, principalmente no processo de germinação e desenvolvimento das plantas daninhas, podendo em alguns casos apresentar potencial de toxicidade para as plantas invasoras, mesmo quando essas estiverem em estádios avançados de crescimento (Raymaekers et al., 2020).

## UTILIZAÇÃO DE ADUBAÇÃO VERDE JUNTO AO SISTEMA DE CULTIVO ORGÂNICO

Entende-se como adubação verde o cultivo de diferentes espécies vegetais em uma mesma área, em sucessão ou de forma simultânea com o objetivo principal de melhorar o perfil nutricional do solo (Nascimento et al., 2018).

O uso de diferentes espécies principalmente de leguminosas para adubação verde tem sido de grande importância por viabilizar o processo de conservação da qualidade nutricional do solo e melhorar o perfil de matéria orgânica (Pacheco et al., 2021).

Conforme Matheis (2020) os adubos verdes são plantas utilizadas para melhoria das condições físicas, químicas e biológicas do solo. Existem algumas espécies como leguminosas, que se associam a bactérias fixadoras de nitrogênio do ar, transferindo-o para as plantas (Mussato, 2018). Estas espécies também estimulam a população de fungos micorrízicos, microrganismos que aumentam a absorção de água e nutrientes pelas raízes (Rego et al., 2020).

A escolha e combinação de muitas variedades de gramíneas, crucíferas, leguminosas cria um bom equilíbrio, normalmente interrompidos na monocultura ou nas rotações de cultura curtas. A adubação verde quebra a monotonia da cultura e ajuda a mesma no ponto de vista fitossanitário (Rego, 2020).

Os principais efeitos da adubação verde são a proteção do solo contra a erosão durante o inverno, a mobilização de elementos minerais do solo e a eliminação de lixiviação de nitratos solúveis, em benefício das principais culturas. Já na primavera, no verão e no outono é bom semear uma cultura de adubo verde, sabendo que o solo pode ficar sem vegetação por um período de mais de 6 semanas (Pacheco et al., 2021).

Para o bom funcionamento da adubação verde existem algumas regras no qual é necessário seguir:

**Semear o número máximo de espécies diferentes:** Deve-se sempre misturar espécies pertencentes à família das gramíneas, leguminosas, vegetais crucíferos, e possivelmente de outras espécies (Matheis, et al., 2020).

**Procurar o melhor desenvolvimento radicular:** O desenvolvimento máximo da raiz coincide, para cada espécie utilizados em adubo verde, com o início da floração, porém um ótimo estado está ligado no desenvolvimento das folhas. Quando o impulso da floração e a frutificação chega, a velocidade de crescimento das raízes diminui. A qualidade das substâncias transformadas (lignina) é menos favorável para transformação de matéria vegetal em húmus feito por bactérias e fungos (Matheis, et al., 2020).

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- Altieri, M. Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável. São Paulo, Expressão Popular AS-TA, 2012. 400 p.
- Alves, A. C. De O., Santos, A. L. De S. Dos, Azevedo, R. M. M. Camboim de. Agricultura orgânica no Brasil: sua trajetória para a certificação compulsória. Revista Brasileira de Agroecologia, 7(2), 19-27, 2017.


- Badue, A. F. B. Sementes: cenário atual e desafios para o futuro. *Planeta Orgânico*, 25 nov. 2018. Disponível em: <http://planetaorganico.com.br> . Acesso em: 5 jun. 2021.
- Barbieri, P., Bocchi, S. Analysis of the alternative agriculture's seeds market sector: history and development. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 28, 789-801, 2015.
- BRASIL - Ministério Da Agricultura E Da Reforma Agrária. Regras para análise de sementes. Brasília: Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: Mapa/ACS, 399p. 2009.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Lei Nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003a. Publicado no Diário Oficial da União, Brasília, de 24/12/2003, Seção 1, Página 8. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.
- Carvalho, D. R. Manejo de soja orgânica. 2020. Disponível em: <https://revistacampoenegocios.com.br/manejo-da-soja-organica-2/>, Acesso em: 11 de jul 2021.
- Carvalho, P. H. de. Controle biológico e alternativo de *Meloidogyne incognita* e *M. javanica* em tomateiro. Dissertação. 98p. 2017.
- Companhia Nacional De Abastecimento (CONAB). Análise mensal de trigo. 2021. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/>. Acesso em: 24 jun.2023.
- Croplife BRASIL. Classificação dos produtos biológicos. 2021. Disponível em: <https://croplifebrasil.org/publicacoes/classificacao-dos-produtos-biologicos/>. Acesso em: fev. 2021.
- Dias, V. Da V. et al. O mercado de alimentos orgânicos: um panorama quantitativo e qualitativo das publicações internacionais. *Ambiente & Sociedade*, 18(1), 161-182, 2017.
- David, C., Viaux, P., Meynard, J. M. Les enjeux de la production e blé tendre biologique en France. *Le Courrier de l'environnement de l'INRA*, 51, 43-54, 2018.
- Harris, P. Monitoring and impact of weed biological control agents. In: *Ecological Interactions and Biological Control*. CRC Press, Boca Raton, 2019.
- Jovchelevich, P. Produção de sementes em manejo orgânico e biodinâmico. 2016. Disponível em: Acesso em: 01 de jul 2021.
- Lima, V. C. S., Rocha, B. M., Lima Junior, E. de O., Alcântara, I. Produção orgânica de sementes: desafios e perspectivas. *Cadernos de Agroecologia*, Campina Grande, 9(4), 2020.
- MAPA. Adiada a obrigatoriedade do uso de sementes orgânicas, 2019. Disponível em: <http://sna.agr.br/adiada-aobrigatoriedade-do-uso-de-sementes-organicas/>. Acesso em: 09 mar. 2024.
- Matheis, H. A. S. M., De Azevedo, F. A., Victória Filho, R. Adubação verde no manejo de plantas daninhas na cultura de citros. *Citrus Research & Technology*, 27( 1), 0-0, 2020.
- Mussato, M. L. Eficiência Da Inoculação De Bactérias Diazotróficas Em Dolichos Lablab Submetido À Disponibilidade Hídrica. In: *X Mostra da Pós-Graduação: Direitos Humanos, trabalho coletivo e redes de pesquisa na Pós-Graduação*. 2018.

- Nascimento, M. R., Jaeggi, M. E. P. C., Saluci, J. C. G., Guidinelle, R. B., Pereira, I. M., Zacarias, A. J., Souza, M. N. Efeito da adubação verde na cultura do milho (*Zea mays* L.). *Revista Univap*, 22(40), 698, 2018.
- Pacheco, E., Barros, I. D., Sobral, L., Barreto, A., Fernandes, M. Manejo e conservação do solo em sistemas de produção de grãos no bioma Mata Atlântica do Nordeste brasileiro. *Embrapa Gado de Leite-Capítulo em livro científico (ALICE)*, 2021.
- Raymaekers, K. et al. Screening for novel biocontrol agents applicable in plant disease management – A review. *Biological Control*, 2020.
- Rego, A. S. et al. Desenvolvimento de plantas leguminosas com sementes inoculadas com bactérias diazotróficas. *Cadernos de Agroecologia*, 15(2), 2020.
- USDA – United states department of agriculture. Production, supply and distribution. 2020.

# Estratégias para produção de Trigo Antigo em cultivo biológico na cidade de Montalcino na Região da Toscana – Itália

Recebido em: 27/05/2024


Aceito em: 04/07/2024

 10.46420/9786585756341cap2

Cristina Rossetti<sup>1\*</sup> 

Carem Rosane Coutinho Saraiva<sup>1</sup> 

Marta Gubert Tremea<sup>1</sup> 

Francine Bonemann Madruga<sup>1</sup> 

Tiago Pedó<sup>1</sup> 

Lilian Vanussa Madruga de Tunes<sup>1</sup> 

## INTRODUÇÃO

A agricultura é responsável por uma parte considerável das emissões de gases de montanha para a atmosfera. A vida europeia atingiu 389 milhões de toneladas de emissões em 2019, segundo a Agência Europeia do Ambiente (AEA). É por isso que é essencial promover métodos de produção sustentáveis sendo agricultura biológica um exemplo de sustentabilidade.

No mundo todo, o mercado de biológicos movimentou em torno de US\$ 3,8 bilhões e a expectativa é que até 2025 ele alcance os US\$ 11 bilhões, segundo dados do Encontro Anual da Indústria de Biocontrole (ABIM) de 2020. Com o aumento em termos de área de produção biológica de 14,7 milhões de hectares em 2020, de acordo com dados de Fonseca (2020).

Sendo a Croácia o país em que essa área mais aumentou em 8 anos, com 240,4% de crescimento. Em Portugal, o aumento foi de 59,1%, atingindo 319,5 mil hectares em 2020. Em termos de hectares, França (17,1%), Espanha (16,6%), Itália (14,2%) e Alemanha (10,8%) são os que possuem as maiores áreas, o que totalizam quase 60% (58,7%) do total de área de produção biológica na União Europeia.

De acordo com a Federação Internacional de Movimentos de Agricultura Orgânica (Dias, et al., 2021), a agricultura biológica é um sistema que aponta para a qualidade e saúde do solo, da população e ecossistemas, usando pesticidas naturais e, evitando o uso de agrotóxicos, fertilizantes e pesticidas de origem química e de hormonas de crescimento e antibióticos. Os produtores devem respeitar todas as etapas de produção: desde a preparação do solo até a embalagem dos alimentos, preservando sempre o meio ambiente.

<sup>1</sup> Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Fitotecnia, Av. Eliseu Maciel, s/n, 96010-900, Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil.

\* Autor(a) correspondente: [cristinarossetti@yahoo.com.br](mailto:cristinarossetti@yahoo.com.br) (54) 999678406

Assim, sempre que o símbolo biológico for utilizado nos alimentos, indica que estes foram produzidos em perfil e Motivações dos Consumidores de Produtos Biológicos com todas as normas de produção biológica e, que foram certificados por uma entidade devidamente autorizada.

## **AGRICULTURA BIOLÓGICA NA EUROPA**

Agricultura Biológica na Europa de acordo com a USDA (2020) o regime europeu de produção e controlo biológicos, foi criado no ano de 1991, para um número limitado de consumidores e produtores. Expandir e responder à procura de produtos biológicos e da sua qualidade, sem colocar em risco o consumidor é um dos grandes desafios deste tipo de agricultura. Tentando responder a estas necessidades do consumidor, com produtos com qualidade, sem o uso de substâncias químicas e organismos geneticamente modificados (OGM), exige um especial esforço por parte dos produtores mais pequenos, devido à regulamentação deste tipo de agricultura.

Nos últimos anos, devido à crescente procura, o mercado biológico tem evoluído significativamente. Na primeira década do século XX, o número de produtores biológicos, bem como a sua superfície de produção cresceu rapidamente. A cada ano, são convertidos 500 mil hectares para produção biológica. A UE apresentou, em 2016, o Plano de Ação para a produção em MPB a fim de garantir o crescimento sustentado da oferta e da procura, mantendo a confiança do consumidor, definindo três prioridades: 1) aumento da competitividade dos produtores em MPB; 2) aumentar e consolidar a confiança dos consumidores na agricultura e nos alimentos em MPB, assim como a confiança nos produtos biológicos importados, e por último 3) reforçar a dimensão externa do sistema de produção em MPB da UE (Union European, 2016)

Esta traz uma série de vantagens importantes: os campos com culturas biológicas apresentam cerca de 30% mais de biodiversidade, os animais de criação biológica gozam de um maior bem-estar e consomem menos antibióticos.

Em 2022, as vendas de produtos agroalimentares orgânicos italianos nos mercados internacionais atingiram 3,4 bilhões de euros, com um fator de crescimento de +16%. Se considerarmos o longo prazo, a tendência conforta o otimismo com +181% em relação a 2012. Na Figura 1, se observa que os produtos exportados com a marca *Made in Italy* hoje representa 6% do total das exportações agroalimentares italianas em 2022.

## EXPORT BIO MADE IN ITALY

(2021-2022, milioni € - AT giugno)



**Figura 1.** Produtos biológicos exportados com a marca *Made in Italy* ao longo dos últimos 10 anos. Fonte: Imagem da pesquisa.

## CONHECENDO A PROVÍNCIA DE MONTALCINO NA ITÁLIA

A província de Montalcino está localizado a 40 quilômetros ao sul de Siena. O território, delimitado pelos vales Orcia, Asso e Ombrone, assume uma forma quase quadrática, que se estende por cerca de 15 Km. Tem uma área de 243,62 Km<sup>2</sup> e constitui a maior parte da província de Siena.

A economia é predominantemente agrícola e ocupa uma pequena parte da superfície, composta por: 45% matas e terrenos não cultivados, 8% oliveiras, 11% vinhas, 36% grãos antigos. A colina de Montalcino é geologicamente diversificada (Figura 2), apresentando características de solo extremamente variáveis em termos de constituição e estrutura, porque é difícil generalizar numa determinada amplitude: situa-se numa zona com solo rico em calcário misto com esqueleto constituído por margas e xistos albereses, zona com maior presença de argila e menor presença de esqueleto e zonas constituídas por solos formados pelo transporte de detritos (aluvionares).

Este território particularmente variado conseguiu fascinar muitos artistas do passado e do presente com a sua beleza absoluta, desde os pintores renascentistas aos escritores ingleses e franceses, dos poetas aos muitos realizadores que escolheram esta paisagem como cenário insuperável para as suas obras.

Na região de Val d'Orcia cultiva-se principalmente o *Triticum durum* (trigo duro, rico em glúten e por apresentar alta qualidade tanto das suas sementes quanto dos grãos), enquanto o cultivo é cada vez mais escasso o cultivo de trigo chamado mole (*Triticum vulgare*) devido sua baixa remuneração e também por ser menos rico em glúten e nutrientes quando se tratado da sua farinha.





**Figura 2.** Vista dos campos de produção de trigo antigo na região do Val d'Orcia na Itália após a colheita do cereal. Fonte: Imagens da pesquisa.

## PRODUÇÃO DE GRÃOS ANTIGOS

Quando falamos em grãos antigos queremos dizer que são todos aqueles grãos que permaneceram originais, sem sofrer intervenções de seleção do homem, em suma, permaneceram como a mãe natureza os criou, sem sofrer modificações genéticas.

O homem cultivava cereais há séculos, mas nos últimos anos a mudança nos métodos agronômicos deu início à seleção genética do trigo que deu origem aos grãos modernos, caracterizados pela elevada produtividade, graças à utilização de fertilizantes industriais, e também o desenvolvimento de plantas menores, totalmente distinta das plantas de grãos antigos que chegam a atingir a altura de um metro.

O resultado das modificações genéticas sofridas pelo trigo, que aumentaram com o desenvolvimento da indústria alimentícia e a necessidade de moer mais rapidamente, deram origem aos grãos modernos, que apresentam um teor de glúten muito superior ao inicial. A qualidade do glúten certamente piorou com a seleção. Se considerarmos que nos grãos antigos a concentração do glúten era cerca de um terço daquela dos grãos modernos, não é surpreendente que cada vez mais pessoas tenham alguma sensibilidade não celíaca ao glúten e doença celíaca.

E além da saúde, o meio ambiente também é beneficiado. Porque escolher espécies antigas e autógamas significa também escolher modelos agrícolas integrados, orgânicos em harmonia com o ambiente e o território. Propondo um caminho alternativo ao mercado e às multinacionais.

## TRIGO ANTIGO (*TRITICUM DURUM*) CULTIVAR TUMMINÍA

O trigo siciliano (Tumminia – Figura 3) que foi cultivado por gregos e romanos antigamente, foi esquecido por um tempo, voltou com força total na Sicília, e vem ganhando o mundo, já sendo ingrediente de massa de pizza e pães no Brasil.

Indicado para pessoas com intolerância ao glúten, este trigo é cultivado no Sul da Itália, resistente a seca, é um alimento saudável, um trigo integral moído na pedra conservando o aroma, fibras, gérmen e demais nutrientes, muito utilizados na dieta mediterrânea, uma dieta saudável e rejuvenescedora.

Rico em proteínas, fibras, vitaminas e minerais, o trigo tumminia com que é feito o pão preto de Castelvetro é uma tradição siciliana que tem como principais benefícios para a saúde ajudar na digestão, com glúten menos tóxico, é indicado para celíacos, além de ajudar a melhorar o trânsito intestinal, combater o colesterol alto e agir na saúde do coração.



**Figura 3.** Imagem do teste de germinação, avaliadas aos 7 dias após a montagem do teste com as plântulas normais de trigo antigo da cultivar tumminia. Fonte: Imagens da pesquisa.

Este grão fornece um trigo duro integral com baixo teor de glúten, muito saudável com que é feito o pão escuro muito bom da Sicília com sal marinho da região e fermentação natural. Livre das adições químicas das farinhas de trigo modernas, o trigo italiano de tumminia tem ainda uma substância conhecida como lignina, que melhora o sistema imunológico, previne nosso corpo de doenças como o câncer e protege ainda o coração humano. A farinha escura da Sicília é rica ainda em polifenóis, antioxidantes, flavonoides e carotenos, substâncias essenciais para a longevidade, bem-estar e mais saúde.

### **CARACTERÍSTICAS DO SOLO DA REGIÃO**

A província de Montalcino fica localizada na *Toscana*, centro da Itália. Esta apresenta terreno de baixa fertilidade, composto principalmente de elementos de sílica e calcário, com presença de minerais, de estrutura grosseira e muito pedregoso.

Devido a estas características os solos da região apresentam baixo teor de matéria orgânica (abaixo de 1%), também possuem elevado teor de argila sendo necessário que estes sejam trabalhados e revolvidos sempre antes da semeadura dos cereais antigos como podemos observar na Figura 4.



**Figura 4.** Solo da província de Montalcino, região do Val d'Orcia, Itália. Fonte: Imagem da pesquisa.

## **IMPORTÂNCIA DA ADUBAÇÃO VERDE PARA MELHORIA DAS CARACTERÍSTICAS DO SOLO**

A adubação verde permite ainda o aporte de quantidades expressivas de fitomassa, possibilitando uma elevação no teor de matéria orgânica do solo ao longo dos anos. Como consequência, obtêm-se um aumento da capacidade de troca catiônica (CTC) do solo, o que traz maior retenção de nutrientes junto às partículas do solo, reduzindo perdas por lixiviação.

A presença de material orgânico fornecido pelos adubos verdes favorece a atividade dos organismos do solo, já que seus resíduos servem como uma fonte de energia e nutrientes. Além disso, a manutenção da cobertura vegetal permite reduzir as oscilações térmica e de umidade, criando condições que favorecem o desenvolvimento dos organismos do solo.

A temperatura exerce influência direta nos processos metabólicos das plantas, encontrando-se relacionada com a latitude e a altitude de cada região. Juntamente com a distribuição anual de chuvas, exerce uma forte influência no estabelecimento e desenvolvimento das plantas.

O ideal é utilizar um mix de sementes para obter um fornecimento equilibrado de família das leguminosas, que fornecem nitrogênio ao solo, gramíneas, ricas em fibras, que favorecem a formação de substâncias orgânicas e húmus, e crucíferas, que combatem o estabelecimento de perigosos parasitas da terra.

## MANEJO DOS CAMPOS DE TRIGO ANTIGO

A produção dos cereais antigos é conduzida totalmente em sistema de cultivo biológico. Sendo de extrema importância realizar o revolvimento do solo. Quando é realizada a semeadura em uma nova área o revolvimento do solo não deve ser muito profundo, a partir do terceiro ano de produção, realiza-se a aração do solo com uma profundidade de 30 cm para assim evitar o desenvolvimento das plantas daninhas.

Além do revolvimento do solo a presença de períodos prolongados com temperaturas abaixo de zero graus e até mesmo períodos com presença de neve também auxiliam no baixo desenvolvimento de plantas invasoras. Como auxílio na fertilidade do solo é indispensável a utilização de adubação verde em conjunto com estrume limpo de bovinos e caprinos. O esterco utilizado em forma peletizada é utilizada em pré-semeadura.

A prática agrícola pelo uso de fertilizantes orgânicos na forma peletizada permite melhor disponibilidade de Ca, Mg e K ao sistema de produção plantio direto quando comparado ao mineral, e que esta maior disponibilidade destes nutrientes será incrementada em razão do aumento de suas doses no solo até a profundidade de 40 cm (Carvalho, 2021).

A semeadura do trigo antigo acontece na região durante os meses de janeiro e fevereiro considerado o pico do inverno. Este apresenta ciclo longo onde a colheita dos grãos ocorrerá aproximadamente nove meses após a semeadura das sementes durante os meses de outubro e novembro.

Se tratando da semeadura do trigo antigo é indicado que seja realizada a semeadura com distância entre uma semente e outra de 5 cm (totalizando aproximadamente 180 kg de sementes por hectare), permitindo um bom perfilhamento das plantas e redução de problemas com patógenos.

Devido ao clima da região, aos cuidados com o espaçamento do cereal e a rusticidade do material não são observados grandes problemas com fungos e doenças, porém quando observados o controle fitossanitário é realizado através da utilização de produtos como hidróxido de cobre, calcário e/ou fusões de plantas como *Matricaria chamomilla* e *Cosmos caudatus*.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A província de Montalcino na região do Val d'Orcia se sobressai com a produção de grãos antigos tendo destaque de cultivar tumminia, sendo as sementes produzidas na região da Sicília sul da Itália, estas é uma cultivar rústica e bastante resistente ao ataque de fungos fitopatogênicos.

Na região o sistema de produção biológica é realizado, permitindo melhoras no desempenho das características físicas e químicas do solo, visto que, estes apresentam baixos teores de matéria orgânica.


## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Carvalho, P. H. de. Controle biológico e alternativo de *Meloidogyne incognita* e *M. javanica* em tomateiro. Dissertação. 98p. 2021.
- Dias, V. Da V. et al. O mercado de alimentos orgânicos: um panorama quantitativo e qualitativo das publicações internacionais. *Ambiente & Sociedade*, 18(1), 161-182, 2021.
- Fonseca, A. M. A Agricultura Biológica na Beira Interior- Cooperativa "BioGuarda". Escola Superior de Tecnologia e Gestão - Instituto Politécnico da Guarda. 2020.
- Union European: EU Commission. EU Commission. (Facts and figures on organic agriculture in the European Union. Union European: DG Agriculture and Rural, 2016.
- USDA – United States Department of Agriculture. Production, supply and distribution. 2020.

## Análise do Tratamento de Sementes de Soja com Macronutrientes e Micronutrientes


Recebido em: 27/05/2024

Aceito em: 04/07/2024

 10.46420/9786585756341cap3

Marta Gubert Trenea<sup>1</sup> 

Cristina Rossetti<sup>1\*</sup> 

Matheus Ferreira Carvalho<sup>2</sup> 

Joeli Vaz Bagolin<sup>3</sup> 

Maria Eduarda Schmidt<sup>3</sup> 

Lilian Vanussa Madruga de Tunes<sup>1</sup> 

### INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* L.) é a oleaginosa com maior expansão mundial (Facco & Tischer, 2022), é uma cultura amplamente utilizada para a elaboração de rações animais, produção de óleo e outros subprodutos, além do seu consumo in natura que tem se expandido nos dias atuais (EMBRAPA, 2020), sendo o Brasil considerado o maior produtor de soja mundial, ocupando a maior extensão territorial destinada ao grão (Facco & Tischer, 2022).

Segundo a CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento), a safra 2022/23 de soja atingiu um total de 154.603,4 milhões de toneladas, representando um aumento de 1,48% em relação à estimativa inicial da safra feita pela CONAB em outubro de 2022 e um aumento de 10,9% em comparação com o recorde anterior de produção registrado na safra 2020/21.

Com base no levantamento realizado pela CONAB, em junho de 2023, e também divulgado, pela EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária) em julho do mesmo ano, o estado do Mato Grosso consolidou-se o maior produtor brasileiro de soja na safra 2022/23, resultando em uma produção de 45.600,5 milhões de toneladas, com área plantada de 12.086,0 milhões de hectares e com isso uma produtividade de 3.773 kg/ha.

Dentre os fatores para o sucesso da produção de soja, destaca-se a utilização de sementes de alta qualidade (Hansel et. al., 2022) com a elevação do nível tecnológico dos produtores, que aumentam a produtividade de suas áreas a cada ano, devido a utilização de novas tecnologias (Hansel et. al., 2022). Fatores como as características fisiológicas (vigor e germinação), sanidade, pureza física e varietal das

<sup>1</sup> Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Fitotecnia, Av. Eliseu Maciel, s/n, 96010-900, Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil.

<sup>2</sup> Associação dos produtores de sementes de mato grosso – APROSMAT. Rondonópolis/Mato Grosso, Brasil.

<sup>3</sup> Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul: Ijuí. Rua do Comércio, N° 3000, Bairro Universitário - CEP 98700000 – Ijuí (RS).

\* Autor(a) correspondente: [cristinarossetti@yahoo.com.br](mailto:cristinarossetti@yahoo.com.br) (54) 999678406

sementes podem influenciar na qualidade e no desempenho das sementes de soja no campo (Krzyzanowski, 2018).

O uso de nutrientes essenciais e benéficos no tratamento de sementes de soja é uma prática que pode trazer muitos benefícios para o desenvolvimento da cultura (Lauschner et al., 2023) visto que a germinação das sementes e o desenvolvimento inicial das plântulas a campo são etapas críticas para o seu estabelecimento (Hansel et. al., 2022). Assim, a utilização de nutrientes aplicados de forma exógena, propiciam melhorias na germinação e no desenvolvimento dessas plântulas (Rocha et al., 2020).

O uso de micronutrientes junto ao tratamento de sementes é uma prática utilizada para fornecer nutrientes essenciais durante as fases iniciais de crescimento da planta (Hansel et. al., 2022), e embora requeridos em menores quantidades, apresentam a mesma importância dos macronutrientes para a nutrição vegetal. Tal qual, para Negreiros et al., (2020), o tratamento de sementes tem sido indicado como a melhor opção do ponto de vista econômico e uniformidade de aplicação. Sendo assim, o tratamento de sementes com micronutrientes se baseia no princípio da translocação para a planta. Assim, a reserva destes elementos torna-se importante fonte para a nutrição durante o desenvolvimento da cultura, prevenindo o aparecimento de sintomas iniciais de deficiência (Oliveira et al., 2020). O Potássio (K) é o segundo macronutriente mineral mais exigido pelas plantas, perdendo apenas para o Nitrogênio (N) (EMBRAPA, 2018), sendo requerido como cofator de várias enzimas na planta, além de ser o principal cátion no estabelecimento do turgor celular e na manutenção da eletroneutralidade celular (Taiz et al., 2017). Segundo Oliveira (2020), o sulfato de potássio ( $K_2SO_4$ ) é um fertilizante mineral inorgânico amplamente empregado globalmente em culturas que requerem uma fonte sem cloreto, tendo sua principal contribuição na oferta combinada de potássio e enxofre, desempenhando melhorias da qualidade das colheitas.

O cobalto é um micronutriente que influencia o simbiótico de fixação de nitrogênio, e faz parte da estrutura das vitaminas B<sup>12</sup> (Ceretta et al., 2015), onde são requeridos em pequenas quantidades, mas são muito importantes na nutrição da soja, pois participam da redução do N<sub>2</sub> atmosférico em nitrogênio amoniacal (NH<sup>4+</sup>), forma absorvida pelas plantas de soja, e sendo de suma importância fornecê-lo às lavouras via tratamento de sementes ou via foliar (Hansel et. al., 2022).

O cobre é importante para desenvolvimento das plantas pois participa de processos da fotossíntese e respiração (Kerbaui, 2018), onde a aplicação via foliar surge como uma opção viável para fornecer o micronutriente de maneira eficaz e de absorção veloz (Narimani et al., 2020; pois além de apresentar um custo de aplicação reduzido (Yassen et al., 2018) pode mostrar uma eficiência de até 20 vezes superior à aplicação no solo (Abedin et al., 2018). Por ser um nutriente de mobilidade reduzida no floema, tem-se os primeiros sintomas nas folhas mais novas como indicativo de que a quantidade de nutriente translocado não é o suficiente para acompanhar o desenvolvimento de novos tecidos (Mascarenhas et al., 2019).

A dinâmica da matéria orgânica nos solos, por sua vez, é afetada por fatores ambientais como temperatura, umidade, pH, potencial de oxirredução do solo e fatores bióticos como a quantidade e qualidade dos resíduos orgânicos e atividade microbiana do solo (Muzzilli, 2020). Sendo, também, relevante na formação de agregados estáveis influenciando diretamente a estrutura do solo e, portanto, a infiltração de água, capacidade de retenção de água, aeração e resistência ao crescimento de raízes (Sediyama et. al., 2023).

Sendo assim, o presente trabalho possuiu como objetivo avaliar a resposta de germinação de soja com tratamento de sementes com diferentes doses de macronutrientes e micronutrientes.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Análise de Sementes da Universidade Federal de Pelotas – UFPEL, campus Capão do Leão, Pelotas/ RS. Foram utilizadas sementes de soja da cultivar convencional Embrapa 525, sendo utilizado quatro tratamentos com 5 doses diferentes sendo elas, testemunha, 4ml, 6ml, 8ml e 10 ml.

As sementes foram tratadas com Sulfato de Cobalto, Sulfato de Potássio, Sulfato de Cobre e Matéria Orgânica. A quantidade total foi de 200 sementes por tratamento, sendo divididas em quatro subamostras de 50 sementes.

O teste de germinação foi realizado utilizando quatro repetições de cada tratamento, contendo quatro subamostras de 50 sementes, semeadas em rolos de papel tipo germitest®, umedecidas com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel.

Os rolos foram colocados em germinadores na temperatura de 25°C. A avaliação da germinação foi realizada aos 5 dias em primeira contagem e aos 8 dias como contagem final, na qual foi determinada a percentagem de plântulas normais e anormais obtendo o resultado da germinação de acordo com as Regras para Análise de Semente – RAS, (BRASIL, 2009).

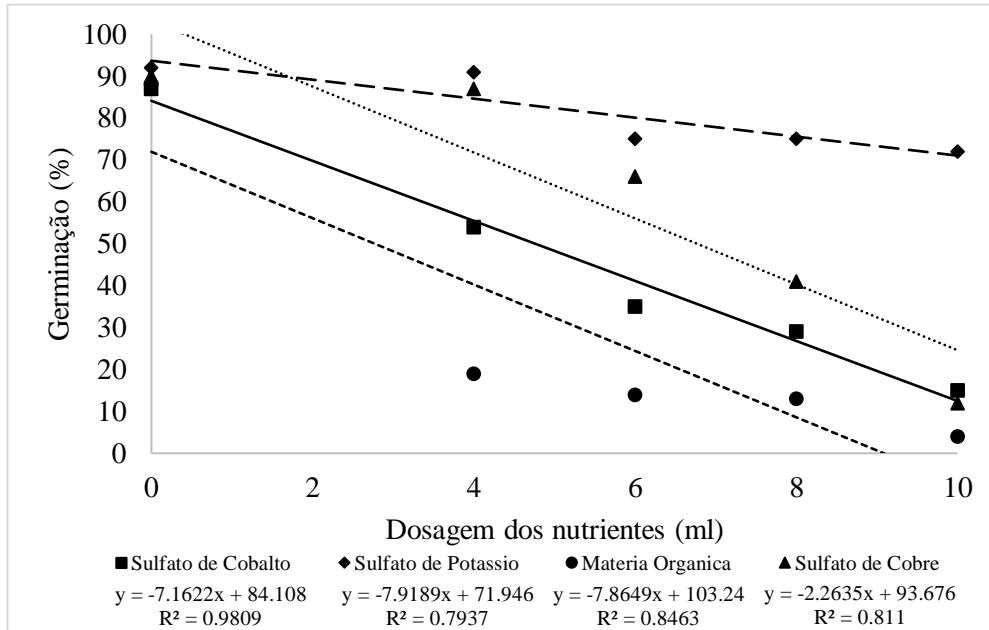
Quando se tratando da análise estatística, primeiramente as variáveis (% plântulas normais, tamanho de raiz e tamanho da parte aérea) foram submetidas separadamente a análise de variância (teste de F) pelo programa estatístico Sisvar®. As comparações de média foram então feitas através de regressão e aplicação do teste de tukey (Ferreira, 2019).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

De acordo com estudos realizadas, é possível observar na Figura 1a interferência dos tratamentos utilizados no teste germinação de plântulas. A utilização de Sulfato de cobalto interferiu negativamente na germinação, podendo ser observado que conforme aumentou a dose ocorreu a redução da germinação, obtendo na máxima dose poucas plântulas normais. Esse efeito também pode ser observado na utilização dos tratamentos com Sulfato de Cobre e Matéria orgânica.



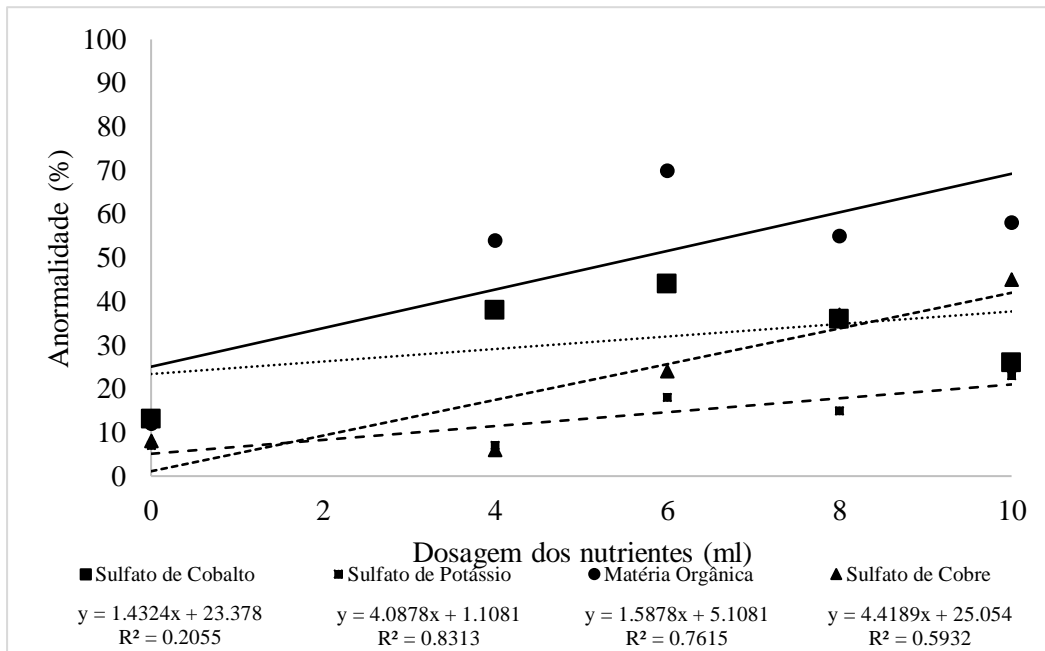
O tratamento com Sulfato de Potássio, foi observado que até a dose de 4ml não se teve uma redução significativa da germinação de plântulas e conforme se aumentou a dose, houve uma redução no índice de germinação. Segundo Taiz (2017), os micronutrientes como o potássio são ativadores e componentes estruturais de várias enzimas e quando fornecidos corretamente podem trazer benefícios à germinação e ao vigor das sementes.



**Figura 1.** Avaliação da germinação de plântulas, com a utilização dos diferentes macronutrientes e micronutrientes em suas distintas dosagens. Fonte: Autores, 2022.

Portanto, a redução da germinação em função do aumento da dose pode estar associada às sementes apresentarem um menor desempenho fisiológico e também, à condução do teste de germinação entre papel, que pode ter causado efeito fitotóxico às sementes, pois a germinação das sementes tratadas pode sofrer interferência em função do tipo de substrato a ser utilizado para a condução do teste (Rocha et al., 2020).

A partir da Figura 2, é possível observar o índice de anormalidades que ocorreram no teste de germinação, que ocorreu redução conforme aumento da dose, isso pode relacionado com o vigor das sementes. De acordo com pesquisas, foi observado que sementes de menor vigor são mais sensíveis à toxicidade por produtos químicos sendo utilizados em tratamento de sementes, podendo ocorrer efeito significativo na diminuição do seu potencial fisiológico (Brzezinski et al., 2020).

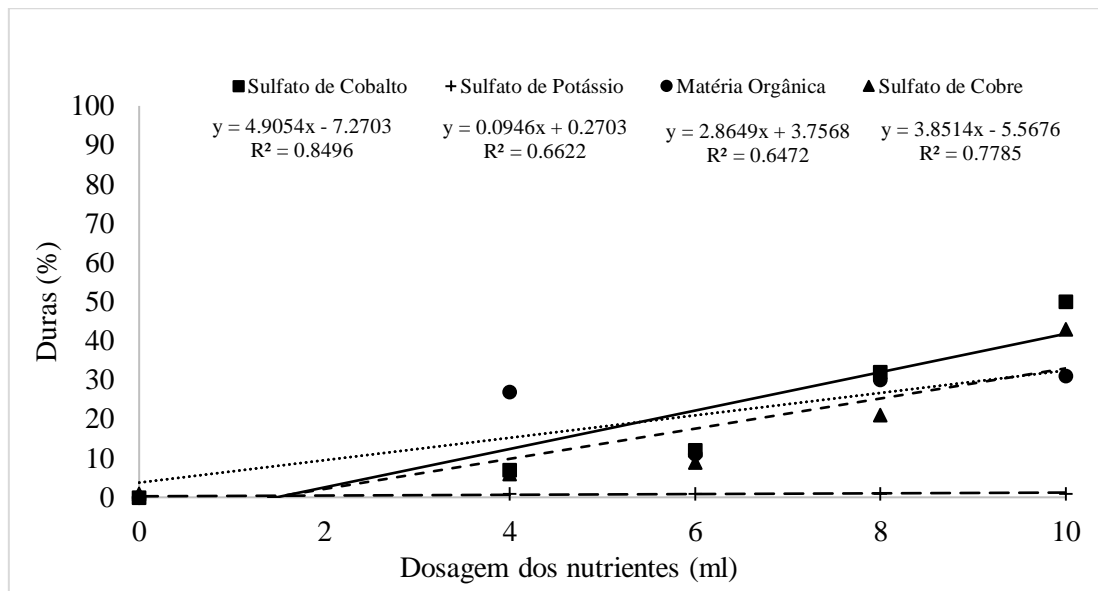


**Figura 2.** Avaliação das plântulas anormais, com a utilização dos diferentes macronutrientes e micronutrientes em suas distintas dosagens. Fonte: Autores, 2022.

Por outro lado, a matéria orgânica surge como um componente importante na formulação de substratos (Costa et al., 2021), pois esses materiais misturados ao solo contribuem com os atributos físicos, favorecendo o fornecimento dos nutrientes necessários ao desenvolvimento de raízes e de mudas (Negreiros et al., 2020). Porém, utilizado no tratamento de sementes ela não apresenta efeito positivo, sendo observado o aumento de anormalidades de plântulas com a realização do teste de germinação.

Estudos mostram que a aplicação de doses de zinco diretamente nas sementes de sorgo, Yagi et al. (2022) constataram diminuição na germinação das sementes, resultados estes demonstrando a necessidade de estudos para verificar o efeito do tratamento de sementes nas diversas culturas. Outros trabalhos realizados com sementes de amendoim (*Arachis hypogaea* L.), Silva et al. (2023) concluíram que a adição de molibdênio via semente propiciou aumento no teor de proteínas nas sementes.

O cobalto por sua vez, é responsável pela fixação de nitrogênio em leguminosas, não sendo necessário na fase inicial da planta, sendo utilizado conforme a planta se desenvolve, o seu uso é mais recomendado onde ocorre a maior parte da fixação do nitrogênio. Como a planta utiliza pouco cobalto na sua fase inicial ele fica em excesso (supersaturado), causando fitotoxicidade nas sementes, conforme observamos nas avaliações. Doses muito alta de cobalto são tóxicas no desenvolvimento inicial das plântulas. Por isso, mais estudos que definam dosagens para o tratamento de sementes de soja com micronutrientes se fazem necessários.



**Figura 3.** Avaliação de sementes duras, através da utilização dos diferentes macronutrientes e micronutrientes em suas distintas dosagens. Fonte: Autores, 2022.

Observando no teste de germinação o percentual de sementes duras (Figura 3), percebeu-se que conforme aumentada a dose dos macros e micronutrientes, também obtivemos o aumento do percentual de sementes duras, tendo início visível a partir de 4 ml, as quais apresentam total ou parcial impermeabilidade à penetração de água no tegumento e, conseqüentemente, tornam-se menos susceptíveis aos danos mecânicos, as adversidades climáticas, a deterioração por umidade e ao ataque de patógenos.

Nogueira e Sedyama (2018) comentam que os nutrientes minerais são essenciais para o crescimento e desenvolvimento vegetativo e reprodutivo da soja. Por essa razão, visando oferecer níveis adequados de nutrientes, realizam-se adubações tanto na semeadura quanto em cobertura. A alteração no nível e/ou equilíbrio dos minerais afetam o metabolismo da planta levando à modificação da morfologia, anatomia e composição química da semente. E os micronutrientes, apesar de pouco estudados com relação ao seu efeito na produção de sementes, parecem ser os elementos que mais propiciam respostas em termos de qualidade (Carvalho et. al., 2020).

## CONCLUSÃO

Dentre os macronutrientes e micronutrientes testados juntamente ao tratamento de sementes e avaliados no teste de germinação, pode-se observar que somente o Sulfato de potássio obteve germinação acima de 85% na dosagem máxima de 4ml, acima desta dosagem o percentual germinativo é afetado. Para os demais micronutrientes e macronutrientes testados independente da dosagem observada visualizou-se redução da germinação, assim como aumento da anormalidade de plântulas e das sementes duras.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS


- Abedin M. J., Jhiruddin M, Hoque M. S., & Islam M. R. Application of boron for improving grain yield of wheat. *Progress. Agric.* 5(1), 75-79, 2018.
- Barbosa Filho, M. P. & Fonseca, J. R. Importância da adubação na qualidade do arroz. In: Simpósio Sobre Adubação E Qualidade Dos Produtos Agrícolas, 1, Ilha Solteira, 2021. Anais, Ilha Solteira, FEIS/UNESP/ANDA/POTAFOS, 1989. 20 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Brasília: Mapa/ACS, 2009.
- Brzezinski, C. R., Abati, J., Henning, F. A., Henning, A. A., França-Neto, J. B., Krzyzanowski, F. C., & Zucareli, C. Spray volumes in the industrial treatment on the physiological quality of soybean seeds with different levels of vigor. *Journal of Seed Science*, 39(2), 174-181, 2020.
- Carvalho, M. L. M., França Neto, J. B., & Krzyzanowski, F. C. Controle de qualidade na produção de sementes. *Informe Agropecuário*, 27(232), 52-58, 2020.
- Ceretta, C. A., Pavinoto, P. S., Moreira, I. C. L., Girotto, E., & Trentin, E. E. Micronutrientes na soja. *Ciência Rural*, 35(3), 576-581, 2015.
- Costa, A. M. G., Costa, J. T. A., Cavalcanti Júnior, A. T., Correia, D., & Medeiros Filho, S. Influência de diferentes combinações de substratos na formação de porta-enxertos de gravoieira (*Annoma muricata* L.). *Revista Ciência Agronômica*, 36(3), 299-305, 2021.
- EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3 ed. Brasília: Embrapa Solos, 2018. 201p.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Tecnologias de Produção de Soja – Paraná 2020. Londrina, PR, 2003. p. 11-13.
- Facco, M. G., & Tischer, J. S. Avaliação da germinação e vigor em sementes de soja (*Glycine max* L.) sob diferentes tratamentos de sementes. *Anais de Agronomia*, S.l- 2(1), 37-53, 2022.
- Ferreira, D. F. SISVAR: A Computer analysis system to fixed effects split plot type designs. *Revista Brasileira De Biometria*, S.l.-37(4), 529-535, 2019.
- Hansel, Y., Abdu, A., Mahat, M.N., Abdul-Hamid, H., Jusop, S., Majid, N. M., Heriansyah, I., Ajang, L., & Ahmad, K. Comparing the fertility of soils under Khaya ivorensis plantation and regenerated degraded secondary forests. *American Journal of Applied Sciences*, 1(5), 472-480, 2022.
- Kerbauy, G. B. Fisiologia vegetal. 1. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2018.
- Krzyzanowski, F.C., Gilioli, J.L., & Miranda, L. C. Produção de sementes no cerrado. In: Arantes, N.E., Souza, P.I.M. (Ed). Cultura da soja nos cerrados. Piracicaba: POTAFOS, 2020. p. 465-522.
- Krzyzanowski, F. C. et al. A alta qualidade da semente de soja: fator importante para a produção da cultura. Circular Técnica 136, Londrina, PR. 2018.
- Lersch Junior, I. Tratamento de sementes industrial versus tratamento de sementes “on Farm”. 2023.

- Leite, L. F. C, Mendonca, E. S., Machado. P. L. O. A., & Matos, E. S. Total C and N storage and organic C pools of a Red-Yellow Podzolic under conventional and no tillage at the Atlantic Forest Zone, South-Eastern Brazil. *Australian Journal of Soil Research*. Victoria, 41, 717-730, 2017.
- Mascarenhas, H. A. A. et al. Deficiência e toxicidade visuais de nutrientes em soja. *Nucleus*, 10(2), 281-306, 2019.
- Muzilli, O. A influência do sistema de plantio direto, comparado ao convencional, sobre a fertilidade da camada arável do solo. *Revista Brasileira Ciência do Solo*, 7(1), 95-102, 2020.
- Narimani, E., Vitti, G. C., Oliveira, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2 ed. Piracicaba: POTAFOS, 2020. 319p.
- Negreiros, J. R. S., Braga, L. R., Álvares, V. S., & Bruckner, C. H. Influência de substratos na formação de porta-enxerto de gravioleira (*Annona muricata* L.). *Revista Ciência e Agrotecnologia*, 28(3), 530-536, 2020.
- Nogueira, A. P. O., & Sedyama, T. Fatores que afetam a viabilidade da semente. In: Sedyama, T. (Ed.). *Tecnologias de Produção de Sementes de Soja*. Londrina: Mecenass, 2018. p. 89 -107.
- Oliveira, S., Brunes, A.P., Lemes, E.S., Tavares, L.C., Meneghello, G.E., Leitzke, I.D., & Mendonça, A.O. Tratamento de sementes de arroz com silício e qualidade fisiológica das sementes. *Revista de Ciências Agrárias*, 39(2), 202-209, 2020.
- Rocha, D. E., Carvalho, E., Pires, E. M., Santos, H. O., Penido, A. C., & Andrade, D. B. Does the substrate affect the germination of soybean seeds treated with phytosanitary products. *Ciência e Agrotecnologia*, 44, e020119, 2020.
- Sedyama, T., Oliveira, R. De C. T., Nogueira, A. P. O. Importância econômica da semente. In: Sedyama, T. (Ed.). *Tecnologias de Produção de Sementes de Soja*. Londrina: Macenas, 2023. p. 11-14.
- Silva, E. C., Alvarenga, M. A. R. & Carvalho, J. G. Influência de níveis de N e K<sub>2</sub>O na produção e incidência de podridão apical em frutos de tomateiro podado e adensado. In: *Congresso Da Pós-Graduação Na Esal*, 6, Lavras, 2023. Anais, Lavras, APG/CPG/ESAL, 1993. P.147-148.
- Taiz, L. et al. *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. 6.ed.- Porto Alegre: Artmed, 168 p. 2017.
- Yagi, R., Simili, F.F., Araujo, J.C., Prado, R.M., Sanchez, S.V., Ribeiro, C.E.R., & Barretto, V.C.M. Aplicação de zinco via sementes e seu efeito na germinação, nutrição e desenvolvimento inicial do sorgo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 41(4), 655-660, 2022.
- Yassen, C. B., Malan, F. S., Nel, D. G., & Rypstra, T. Variation in strength, stiffness and related wood properties in young South- African grown *Pinus patula*. *Southern Forests. a Journal of Forest Science*, 76(1), 37-46, 2018.
- Zayed, C. R., Webe, O. L. S., & Scaramuzza, J. F. Omissão de macronutrientes no desenvolvimento de mudas de mogno africano. *Ecologia e Nutrição Florestal*, 2(3), 72-83, 2014.

# Propriedades físico-químicas de cinzas de casca de arroz obtidas sob queima controlada e não controlada seguidas de moagens

Recebido em: 27/05/2024

Aceito em: 04/07/2024

 10.46420/9786585756341cap4

Otávio de Oliveira Carrêa<sup>1</sup> 

Marta Gubert Tremea<sup>1</sup> 

Cristina Rossetti<sup>1\*</sup> 

Daniele Brandstetter Rodrigues<sup>2</sup> 

Ireni Leitzke Carvalho<sup>1</sup> 

Lilian Vanussa Madruga de Tunes<sup>1</sup> 

## INTRODUÇÃO

Nas regiões produtoras de arroz ao redor mundo, a casca de arroz é um subproduto utilizado na geração de energia térmica para a secagem de sementes e grãos (Pode, 2016), ou até mesmo usado para a geração de energia elétrica pelas indústrias de beneficiamento. A parte restante da combustão é a cinza da casca do arroz, resíduo que se acumulado de forma indevida pode causar danos ambientais em recursos hídricos e solos. Até o momento, essas cinzas têm sido estudadas para diversas finalidades como: concreto, cimento e ligas para a construção civil (AlHdabi, 2016), filtros de efluentes industriais como corantes orgânicos e metais pesados (Soltani et al., 2015), obtenção de nano-sílica (Gu et al., 2015), carvão ativado e sílica aerogel (Liu et al., 2016), formação de compostos eletrônicos, entre outras aplicações (Soltani et al., 2015). Entretanto, esse rejeito industrial pode ser aproveitado para a fabricação de inseticidas, e investigações começam a ser efetivadas por alguns pesquisadores. Com o objetivo de investigar a efetividade de cinzas de casca de arroz no controle de *Sitophilus zeamais* em grãos de milho armazenado, Akowuah et al. (2018) coletaram cascas de arroz de uma fazenda (Besease, região de Ashanti, Gana), e transformaram as em cinzas num gaseificador. No entanto os autores não avaliaram as principais características físico-químicas do material. Com o intuito de aproveitarem resíduos, Adarkwah et al. (2017) estudaram a aplicação de pó de cinza de casca de arroz em 5.000 e 50.000 ppm (5 a 50 Kg.t<sup>-1</sup>) em sementes de trigo para controle de *Sitophilus granarius*, *Tribolium castaneum* e em sementes de *Vigna subterranea* para *Acanthoscelides obtectus*. As cinzas de casca de arroz testadas pelos pesquisadores foram queimadas em temperatura de 550°C (por 3 horas) e posteriormente moídas, laboratorialmente em

<sup>1</sup> Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Fitotecnia, Av. Eliseu Maciel, s/n, 96010-900, Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil.

<sup>2</sup> Associação dos produtores de sementes de mato grosso – APROSMAT. Rondonópolis/Mato Grosso, Brasil.

Autor(a) correspondente: [cristinarossetti@yahoo.com.br](mailto:cristinarossetti@yahoo.com.br) (54) 999678406

moinho padrão britânico, até a granulometria de  $\geq 300$  micrometros.

Ashamo et al. (2018), verificaram efeitos de cinzas de casca de arroz obtidas em 600°C de temperatura de queima, por 2 horas. As cinzas foram moídas, selecionadas em peneiras (mesh=10 $\mu$ m) e testadas em sementes de feijão caupi, contra *Callosobruchus maculatus*. Em pesquisas anteriores de Corrêa (2015), cinzas de casca de arroz foram coletadas de caldeira de usina termelétrica de indústria de beneficiamento de grãos e análises demonstraram concentrações de 76% de Si e 19% de C. As cinzas de casca de arroz foram moídas em moinho de discos até granulometria com D90 = 61 micrometros. Quando esse produto foi testado em sementes de trigo como inseticida contra adultos de *Zea mays*, os resultados foram satisfatórios. Todavia, verificou-se a possibilidade de melhorar o desempenho de cinzas de casca de arroz com modificações das propriedades físico-químicas através de queima controlada e moagem a seco, métodos de obtenção acessíveis e de baixo custo.

Nessas circunstâncias, o objetivo do presente trabalho foi avaliar as propriedades físico-químicas das cinzas de casca de arroz obtidas através de queima não-controlada seguida de cinco tempos de moagem e de queima controlada em 15 ciclos térmicos distintos e um tempo de moagem.

## MATERIAL E MÉTODOS

Cinzas de casca de arroz provenientes de indústria de beneficiamento: Primeiramente, cinzas de casca de arroz, com coloração predominantemente preta (Figura 1), geradas na usina termelétrica da empresa de beneficiamento de grãos (Capão do Leão, RS, Brasil) foram coletadas diretamente da grelha presente na caldeira da indústria. O processo de combustão não foi controlado e acredita-se que o ciclo de tratamento térmico aconteceu entre 400 e 500 °C, por 15 a 30 minutos.



**Figura 1.** Casca de arroz, antes da moagem, com coloração preta, proveniente caldeira de usina termelétrica da indústria de beneficiamento de grãos. Fonte: Autores, 2020.

Depois, as cinzas foram enviadas para a empresa NETZSCH Indústria e Comércio de Equipamentos de Moagem Ltda. (Pomerode, SC, Brasil) onde passaram por processo de moagem em moinho de esferas com eixo axial (PE5, NETZSCH, Alemanha). As amostras foram compostas por 300 g de cinzas de casca de arroz e foram moídas com 2 L de esferas de óxido de zircônio (densidade = 3,6 g.cm<sup>-3</sup>) de 5,0 mm de diâmetro (ZetaBeads® Plus 0.5, NETZSCH, Alemanha). Os tempos de moagem

foram 60; 80; 110; 180; e 360 segundos, o que resultou em diferentes faixas de distribuição do tamanho das partículas das cinzas.

Cinzas de casca de arroz obtidas por ciclos isotérmicos controlados: Num segundo momento, cinzas foram obtidas em laboratório através de ciclo de tratamento térmico totalmente controlado. Amostras de 100 gramas de cascas de arroz (Figura 2) foram postas em bandejas cerâmicas (feitas com argila Shiro para temperaturas de queima de até 1.300°C) e levadas ao forno mufla, que possui temperatura máxima de trabalho de 1.200 °C (Q318M24, Quimis Aparelhos Científicos, Brasil).



**Figura 2.** Casca de arroz crua utilizada como matéria prima dos produtos inseticidas. Fonte: Autores, 2020.

As cascas foram expostas a ciclo térmico de 500; 600; e 700 °C, por tempos de 30; 60; 120; 180; e 240 minutos. Os materiais eram colocados no forno já na temperatura desejada e retirados imediatamente após completar o tempo de queima descrito. O rendimento após a queima das cinzas foi avaliado por diferença entre a massa final e a inicial de cada amostra. Posteriormente, a fim de reduzir o tamanho das partículas das CCAs adquiridas, os produtos passaram por processo de moagem em moinho de disco de alta alumina (HSM 100, Herzog Maschinenfabrik, Alemanha), com velocidade de 1.000 rpm (750-1.500 rpm), por aproximadamente 30 segundos.

Análise das propriedades físico-químicas das cinzas de casca de arroz: Os parâmetros de tamanho das partículas utilizados para comparação entre os produtos foram diâmetro médio ponderado (DMP), diâmetro mínimo (DMIN), diâmetro  $\geq 10\%$  das partículas (D10), diâmetro  $\geq 50\%$  das partículas (D50), diâmetro  $\geq 90\%$  das partículas (D90), e diâmetro máximo (DMAX). A distribuição do tamanho das partículas foi analisada pelo método de difração à laser (LD - sigla em inglês) (MasterSizer 3000, Malvern, Reino Unido), usando acessório (Hydro MV) para avaliar pequenos e médios volumes de amostras em dispersões úmidas (meio líquido). A composição química das amostras foi avaliada por espectrometria de energia dispersiva de raios-X (EEDX) (EDX-720, Shimadzu, Japão) para os óxidos, e através de analisador elementar de carbono (C) e nitrogênio (N) por espectrometria de massa de razões isotópicas (IRMS – sigla em inglês) (Flash EA 1112, Thermo Fisher Scientific, Itália) para a parte orgânica das amostras. A porcentagem de cada óxido obtida por EEDX, apenas da parte mineral, foi corrigida para



porcentagem total do material, de acordo com os resultados obtidos para as frações de C e N elementares de cada amostra.

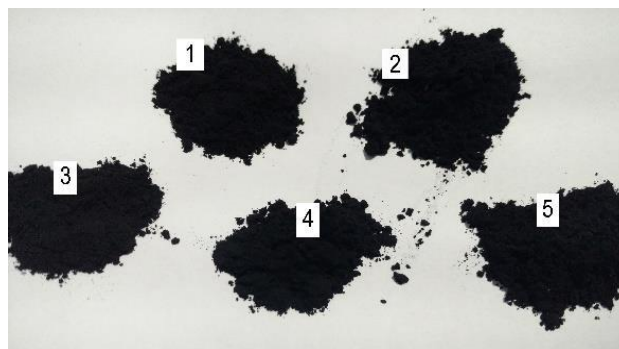
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As cinzas provenientes da usina termelétrica da indústria, logo que foram retiradas da grelha da caldeira dispunham de aparência carbonácea escura, tonalidade próxima do preto. Em sua maior parte, as cinzas eram formadas por conjuntos de partículas ainda aglomerados na forma de casca, com algumas pequenas porções de cinzas brancas e entremeados por pó de cinzas (Figura 1). Apesar disso, pode-se notar que mesmo os aglomerados das cinzas tinham sido queimados a ponto de serem pulverizados por pressão manual sem muito esforço. Após o processo de moagem em diversos tempos, apresentavam coloração semelhante, próxima do preto (Figura 3). A Tabela 1 apresenta a composição química, determinada por IRMS e EEDX, das cinzas oriundas da usina termelétrica da empresa de beneficiamento de grãos SLC Alimentos. Todas amostras continham características de composição química similares. O principal componente das cinzas foi o  $\text{SiO}_2$  e a sua concentração de variou entre 69,7% e 72,0% entre as amostras. O óxido de potássio ( $\text{K}_2\text{O}$ ) foi o segundo óxido encontrado em maior quantidade (15,4% a 16,1%). Outros óxidos presentes em baixas concentrações foram identificados pela análise como  $\text{CaO}$  (1,4% a 1,5%),  $\text{P}_2\text{O}_5$  (0,4% a 0,8%),  $\text{MnO}$  (0,9% a 1,0%), e  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (0,3% a 0,4%). O carbono elementar estava contido nas amostras em concentrações entre 8,5% e 11,3%, enquanto o nitrogênio elementar foi detectado em baixa concentração, 0,1% ou menos.

**Tabela 1.** Composição química de parte orgânica (N e C) e parte mineral (óxidos) das cinzas de casca de arroz, coletadas em caldeira de usina termelétrica da indústria de beneficiamento de grãos. Fonte: Autores, 2020.

Produto	N (%)	C (%)	$\text{SiO}_2$ (%)	$\text{K}_2\text{O}$ (%)	$\text{CaO}$ (%)	$\text{P}_2\text{O}_5$ (%)	$\text{MnO}$ (%)	$\text{Fe}_2\text{O}_3$ (%)
SLCN60	0,0	9,4	71,1	16,0	1,5	0,8	0,9	0,3
SLCN50	0,0	8,5	72,0	16,0	1,4	0,6	1,0	0,3
SLCN40	0,1	10,8	69,7	16,1	1,4	0,7	0,9	0,3
SLCN30	0,0	11,0	70,0	15,6	1,4	0,6	0,9	0,4
SLCN20	0,1	11,3	70,0	15,4	1,4	0,4	0,9	0,4

Aparentemente, as cinzas coletadas da indústria e moídas em diferentes granulometrias possuíam o mesmo aspecto, com coloração preta, como mostra a Figura 3. As diferenças de tamanho de partículas em nível micrométrico não podem ser observadas a olho nu.



**Figura 3.** Cinzas de casca de arroz, com coloração preta, proveniente caldeira de usina termelétrica da indústria de beneficiamento de grãos, após diferentes tempos de moagem (1 = 60s; 2 = 80s; 3 = 110s; 4 = 180s; e 5 = 360s). Fonte: Autores, 2020.

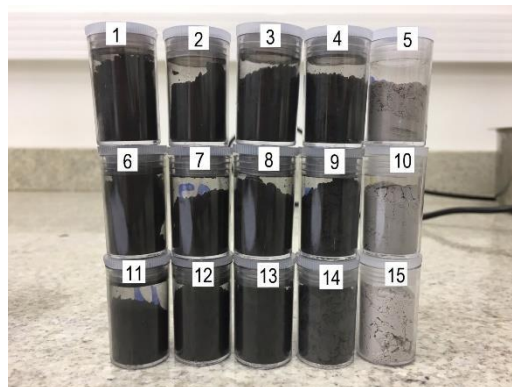
Nesse primeiro experimento, as distribuições granulométricas constatadas por LD, após a moagem desses materiais, são apresentadas na Tabela 2. A nomenclatura das cinzas envolveu o local da queima, o local da moagem, e o respectivo parâmetro D90 das mesmas. A CCA SLCN60 foi a cinza com o maior faixa de tamanho de partículas, e o seu diâmetro máximo atingiu 98,10  $\mu\text{m}$ . Enquanto isso, a maior partícula da cinza de casca de arroz SLCN20 chegou a 58,90  $\mu\text{m}$ , material esse que permaneceu com faixa de distribuição de partículas inferior a todos os demais. O parâmetro D90 é utilizado por muitos autores como principal para comparações entre produtos de formulação em pó. O D90 das CCAs SLCN60, SLCN50, SLCN40, SLCN30, e SLCN20 foram 60,50  $\mu\text{m}$ ; 49,70  $\mu\text{m}$ ; 40,20  $\mu\text{m}$ ; 29,90  $\mu\text{m}$ ; e 19,90  $\mu\text{m}$ , nessa sequência. Portanto, o valor D90 para a cinza de casca de arroz SLCN20 foi aproximadamente três vezes menor do que o D90 da CCA SLCN60. O D50 do produto SLCN60 foi 3,85 vezes maior do que o encontrado para SLCN20. O diâmetro médio ponderado das partículas da CCA SLCN20 foi de 10,01  $\mu\text{m}$ . Já os DMPs dos materiais SLCN30, SLCN40, SLCN50, SLCN60 foram 47,15%; 98,50%; 151,65%; e 223,18% maiores do que os de SLCN20. Os diâmetros mínimos detectados para as partículas de todos os cinco produtos permaneceram com tamanho menor que 1 micrometro. O DMIN de SLCN60 foi 0,52  $\mu\text{m}$ , 44,5% maior que o da cinza SLCN20 (0,36  $\mu\text{m}$ ).

**Tabela 2.** Parâmetros de distribuição granulométrica das cinzas de casca de arroz, coletadas em caldeira de usina termelétrica da indústria de beneficiamento de grãos, de acordo com o tempo de moagem em moinho de esferas com eixo axial. Fonte: Autores, 2020.

Produto	TM (s)	DMP ( $\mu\text{m}$ )	DMIN ( $\mu\text{m}$ )	D10 ( $\mu\text{m}$ )	D50 ( $\mu\text{m}$ )	D90 ( $\mu\text{m}$ )	DMAX ( $\mu\text{m}$ )
SLCN60	60	32,35	0,52	4,82	27,70	60,50	98,10
SLCN50	80	25,19	0,52	3,84	19,90	49,70	86,40
SLC40	110	19,87	0,46	3,15	14,90	40,20	76,00
SLC30	180	14,73	0,41	2,48	10,80	29,90	58,90
SLCN20	360	10,01	0,36	1,87	7,18	19,90	58,90

Ressalta-se que a moagem ocorreu numa pequena escala em laboratório e com uma proporção muito baixa (15/100) entre a massa de cinzas de casca de arroz e a massa das esferas durante o processo. Todavia, num sistema de moagem industrial, o fluxo da linha de produção é alto, o modelo de equipamento usado é variável, e a proporção (m/m) entre as cinzas e o agente de moagem (discos, esferas, ou outros objetos) é significativamente maior. Desse modo, o período de moagem tende a ser maior para a obtenção dos mesmos padrões de tamanho de partículas obtidos na presente pesquisa.

A casca de arroz usada para a queima controlada em laboratório possuía alta pureza, porém continha alguns pequenos pedaços de inflorescência distribuídos nas amostras (Figura 3). Assim que esfriaram após a queima, antes de serem moídas, as amostras apresentaram consistência variada entre os tratamentos. Visivelmente, a presença e a firmeza dos aglomerados de partículas que mantinham o formato original da casca diminuíram de acordo com o aumento do tempo e da temperatura de queima. De maneira mais acentuada, foi evidente através da manipulação que conforme maior foi o período de exposição das cascas ao tratamento térmico, mais as cinzas ficavam farelentas e fáceis de serem transformadas em pó. Após a moagem, as cinzas de casca de arroz obtidas no forno mufla dispunham de colorações entre o preto, passando por tons de cinza até chegar em uma cor próxima ao branco. Conforme maior foi o período de queima, mais clara ficou a aparência da cinza. Quanto maior a temperatura de tratamento, notou-se que o tempo necessário para clarear a amostra foi menor. A cinza mais próxima da cor branca foi a PEL724020 (700°C / 240 min). Observou-se que as cinzas PEL524020 (500°C / 240 min) e PEL624020 (600°C / 240 min) também possuíam coloração cinza clara. O produto PEL718020 (700°C / 180 min) compreendeu aparência de tom grafite, ou cinza chumbo. Os demais tratamentos contiveram cor predominantemente preta (Figura 4).



**Figura 4.** Cinzas de casca de arroz obtidas através de ciclo térmico de 500 °C (1-5); 600 °C (6-10); e 700°C (11-15); com tempos de queima de 30 min (1, 6, 11); 60 min (2, 7, 12); 120 min (3; 8; 13); 180 min (4, 9, 14); e 240 min (5, 10, 15); após a moagem. Fonte: Autores, 2020.

Os rendimentos em massa das cinzas de casca de arroz produzidas em forno mufla estão dispostos na Tabela 3. De acordo com o incremento do tempo de queima da casca houve redução da

eficiência obtida ao final do ciclo isotérmico. Quanto maior foi a temperatura da queima, menor foi a massa alcançada após o processo. Comparativamente dentro de cada faixa de temperatura, as cinzas com os maiores aproveitamentos observados foram nos tratamentos de 30 minutos de ciclo isotérmico. PEL503020 (500°C / 30 min), PEL603020 (600° C / 30 min), PEL703020 (700° C / 30 min) tiveram as respectivas produtividades de 32,59%; 31,59%; e 27,36%. Para as três temperaturas de tratamento térmico, a partir do período de 120 minutos de exposição as eficiências de produção foram consideradas relativamente pequenas, pois se situaram abaixo de 20,00%. As menores porcentagens de rendimento foram encontradas com o período de queima de 240 minutos, para os três patamares de temperatura. As produções de PEL524020, de PEL624020, e de PEL724020 resultaram nos desempenhos 16,03%; 16,01%; e 15,37%, nessa ordem.

**Tabela 3.** Produtos obtidos através de diferentes ciclos térmicos e seus respectivos rendimentos após a queima. Fonte: Autores, 2020.

Produto	Temperatura (°C)	Tempo (min)	Rendimento (%)
PEL503020	500	30	32,59
PEL506020	500	60	32,01
PEL512020	500	120	25,56
PEL518020	500	180	19,17
PEL524020	500	240	16,03
PEL603020	600	30	31,59
PEL606020	600	60	29,14
PEL612020	600	120	24,11
PEL618020	600	180	18,40
PEL624020	600	240	16,01
PEL703020	700	30	27,36
PEL706020	700	60	25,99
PEL712020	700	120	20,89
PEL718020	700	180	16,41
PEL724020	700	240	15,37

Nessas circunstâncias, o rendimento de produção da cinza de casca do arroz está inversamente relacionado à quebra e liberação do carbono presente nas cadeias carbonadas, bem como à volatilização de outras substâncias durante a combustão. Assim, sugere-se que as cinzas com maior rendimento possuem maior concentração de carbono, nitrogênio e minerais de baixo ponto de fusão, em relação às demais. Ao passo que esses compostos orgânicos e inorgânicos se desprendem da amostra, os óxidos de silício e de outros minerais de alto ponto de fusão se concentram no material. E como o objetivo do produto é ter alta eficácia no controle de insetos, outros aspectos devem ser considerados. Sem desprezar que existem outras propriedades físico-químicas de importância, as cinzas de casca de arroz com maior concentração de SiO<sub>2</sub> provavelmente são as com maior aptidão para essa finalidade, da mesma forma que acontece com os inseticidas à base de terra diatomácea.

A composição química da parte orgânica e da parte mineral das amostras das cinzas feitas através de combustão controlada é exposta na Tabela 4.

**Tabela 4.** Composição química de parte orgânica (N e C) e parte mineral (óxidos) das cinzas de casca de arroz obtidas através de diferentes ciclos térmicos. Fonte: Autores, 2020.

Produto	Porção Orgânica (N e C)		Porção Mineral (óxido)					
	N (%)	C (%)	SiO <sub>2</sub> (%)	K <sub>2</sub> O (%)	CaO (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	MnO (%)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)
PEL503020	0,8	38,1	45,3	10,8	2,2	1,5	0,7	0,6
PEL506020	0,8	39,1	43,0	11,8	2,2	1,9	0,7	0,5
PEL512020	0,8	30,2	51,7	11,7	2,1	2,0	0,8	0,6
PEL518020	0,6	18,7	63,5	12,6	2,5	0,7	0,7	0,8
PEL524020	0,0	0,8	80,0	13,8	2,6	0,8	0,8	1,0
PEL603020	0,7	37,0	46,8	11,2	2,2	0,7	0,7	0,7
PEL606020	1,1	38,0	46,0	10,3	1,9	1,2	0,6	0,8
PEL612020	0,6	34,2	49,6	10,6	2,1	1,3	0,7	0,9
PEL618020	0,3	17,1	64,9	12,0	2,2	1,9	0,7	0,7
PEL624020	0,0	0,8	80,0	13,1	2,4	2,0	0,8	0,8
PEL703020	0,6	37,0	46,1	10,8	2,2	1,7	0,7	0,8
PEL706020	0,5	34,7	49,2	10,4	2,0	1,7	0,7	0,6
PEL712020	0,4	25,6	58,6	10,4	2,0	1,6	0,6	0,6
PEL718020	0,1	4,3	77,4	12,9	2,4	0,9	0,8	1,2
PEL724020	0,0	0,8	82,5	12,6	2,3	0,8	0,8	0,8

As quantidades de carbono elementar nas amostras foram bastante variáveis. Os materiais produzidos em 30; 60; e 120 minutos contiveram teores acima de 20% de C elementar, o que caracteriza um composto com bastante matéria orgânica, suficiente para serem considerados até como casca de arroz carbonizada, ao invés de cinzas de casca de arroz. O nitrogênio elementar foi encontrado em baixos teores, variando entre 0,0 e 1,1% da composição desses produtos.

Dentre os óxidos, o de silício foi o presente em maior concentração. Apenas as cinzas queimadas por 240 minutos atingiram a dezena de 80% de SiO<sub>2</sub>, para as três temperaturas de ciclo térmico. As queimas de 30 e 60 minutos em qualquer temperatura geraram produtos com menos de 50% de dióxido de silício, bem como o tratamento PEL612020. As demais combinações de tempo e temperatura de combustão originaram teores entre 51,7% e 77,4% de SiO<sub>2</sub> nos subprodutos da casca do arroz. Os outros óxidos encontrados em todas as cinzas foram K<sub>2</sub>O (10,3% a 13,8%), CaO (1,9% a 2,6%), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (0,7% a 2,0%), MnO (0,6% a 0,8%), e Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (0,5 a 1,2%).

As cinzas resultantes dos distintos ciclos de tratamento isotérmicos feitos em forno mufla foram submetidas às mesmas condições de moagem. Entretanto as distribuições granulométricas obtidas não foram idênticas. Na Tabela 5 são mostrados os parâmetros de distribuição granulométrica desses materiais.

**Tabela 5.** Parâmetros de distribuição granulométrica de cinzas de casca de arroz obtidas através de diferentes ciclos térmicos e moídas em moinho de disco de alta alumina (HSM 100, Herzog Maschinenfabrik, Alemanha). Fonte: Autores, 2020.

Produto	DMP ( $\mu\text{m}$ )	DMIN ( $\mu\text{m}$ )	D10 ( $\mu\text{m}$ )	D50 ( $\mu\text{m}$ )	D90 ( $\mu\text{m}$ )	DMAX ( $\mu\text{m}$ )
PEL503020	12,19	0,28	1,71	7,91	26,9	58,9
PEL506020	11,37	0,28	1,63	7,39	24,7	58,9
PEL512020	11,48	0,17	1,82	7,19	24,0	86,4
PEL518020	9,19	0,17	1,54	6,12	19,8	45,6
PEL524020	19,04	0,68	2,59	10,20	46,3	86,4
PEL603020	12,95	0,28	1,82	7,99	28,4	76,0
PEL606020	11,77	0,21	1,78	7,48	25,2	76,0
PEL612020	12,92	0,24	2,06	7,97	27,1	98,1
PEL618020	10,60	0,17	1,78	6,86	23,1	51,8
PEL624020	27,77	0,77	3,21	13,3	72,5	163,0
PEL703020	10,41	0,31	1,79	7,10	22,2	45,6
PEL706020	10,40	0,31	1,78	6,96	22,2	51,8
PEL712020	12,22	0,36	2,09	7,35	25,9	86,4
PEL718020	43,48	0,15	2,32	8,86	44,6	1260,0
PEL724020	37,45	0,77	3,60	14,1	64,8	666,0

O diâmetro médio ponderado permaneceu entre 9,19  $\mu\text{m}$  e 12,95  $\mu\text{m}$  para as cinzas de casca de arroz queimadas em ciclos térmicos de 30; 60; 120; e 180 minutos de exposição, nos três patamares de temperatura. Dentre esses tratamentos, a única exceção foi a cinza PEL718020 (700°C / 180 min), a qual conteve o maior DMP de todos, 43,48  $\mu\text{m}$ . Os DMPs dos produtos gerados em 240 minutos de ciclo isotérmico, para 500°C; 600°C; e 700°C, alcançaram 19,04  $\mu\text{m}$ ; 27,77  $\mu\text{m}$ ; e 37,45  $\mu\text{m}$ , respectivamente.

As menores partículas de todas as cinzas produzidas nos ciclos de tratamento isotérmicos em forno mufla tinham diâmetro abaixo de 1 micrometro. Os valores de DMIN mais próximos disso foram encontrados nas cinzas obtidas em 240 minutos de ciclo térmico de tratamento (500°C = 0,68  $\mu\text{m}$ ; 600°C = 0,77  $\mu\text{m}$ ; e 700°C = 0,77  $\mu\text{m}$ ). As demais cinzas continham DMIN abaixo de 0,36  $\mu\text{m}$ . O menor dos diâmetros mínimos detectado através de LD foi de 0,15  $\mu\text{m}$  na cinza PEL718020 (700°C / 180 min).

Os maiores diâmetros encontradas para D10, D50 e D90 foram nas cinzas de casca de arroz geradas em período de queima de 240 minutos, e estavam bem acima da média dos outros materiais. A cinza PEL718020 tinha D90 comparável com os tratamentos de 240 minutos também. O D10, diâmetro maior ou igual ao de 10% das partículas, foi menor que 5,00  $\mu\text{m}$  para todos os materiais, enquanto os parâmetros D50 e D90 permaneceram inferiores a 15  $\mu\text{m}$ ; e 75  $\mu\text{m}$ , nessa sequência. Nas temperaturas de 500°C; 600°C; e 700°C de queima, por até 180 minutos, os D10, D50 e D90 foram menores do que 2,50  $\mu\text{m}$ ; 8,00  $\mu\text{m}$ ; e 30,00  $\mu\text{m}$ , na mesma ordem.

O diâmetro máximo da maioria dos tratamentos não atingiu 100  $\mu\text{m}$ . Entretanto, as cinzas PEL624020, PEL718020, e PEL724020 superaram esse tamanho, contendo partículas com até 163,0  $\mu\text{m}$ ; 1260,0  $\mu\text{m}$ ; e 666,0  $\mu\text{m}$ , nessa ordem. Para esses dois últimos produtos, acredita-se que pode ter ocorrido alguma contaminação das amostras durante a execução da análise do tamanho das partículas, pois os

números encontrados para DMAX estão acima do esperado. Isso não anula as considerações sobre os demais parâmetros de tamanho desses materiais.

As cinzas de casca de arroz foram analisadas quanto à composição química da sua parte mineral em óxidos e corrigida para a massa total das amostras, considerando as porcentagens de C e N elementar de cada cinza. As análises foram realizadas sem quaisquer preparações que pudessem alterar as concentrações desses componentes. Diferentemente do observado na presente pesquisa, no estudo de Della et al. (2001) encontraram 97,87% de SiO<sub>2</sub> nas cinzas de casca de arroz.

Ao mesmo tempo, sabe-se que o método de preparação das amostras utilizado para análise de minerais não foi o mesmo deste trabalho. Na pesquisa de Della et al. (2006), a composição química da parte mineral das amostras de cinzas foi avaliada após o teste de perda de fogo. Esse teste ocorre à 1.000°C por tempo indeterminado, até ocorrer a estabilização da massa da amostra. Então, como o dióxido de silício é o componente com maior ponto de fusão da amostra (1.713°C), o óxido tende a ficar mais concentrado após tal tratamento térmico.

Dessa forma, ocorre uma distorção das características químico-físicas iniciais da amostra, modificando-se as proporções dos óxidos constituintes das cinzas de casca de arroz. Em outros trabalhos, Della et al. (2006) também produziram cinzas de casca de arroz com altas concentrações de silício, entre 89 e 95% de SiO<sub>2</sub>, apesar de utilizarem faixas de temperatura coincidentes as do presente estudo.

No entanto, é provável que essa discrepância tenha acontecido principalmente devido ao ciclo de tratamento térmico aplicado na obtenção das cinzas. Já que nos estudos desses pesquisadores tanto o aumento da temperatura no início do processo quanto a sua diminuição, após o período estabelecido de queima, foram graduais. Isso promove que o tempo de exposição ao calor seja bem maior do que o descrito na metodologia, o que influencia no efeito final. Enquanto isso, no presente experimento foram utilizados ciclos isotérmicos de tratamento, bem definidos e uniformes. Ou seja, as amostras foram colocadas e retiradas do ciclo quando o forno mufla permanecia em temperatura constante.

Observou-se apenas um decréscimo de temperatura no interior do equipamento no momento da introdução da bandeja cerâmica com o material, devido à troca de calor durante a abertura da porta. Essa perda de calor era normalmente compensada pelo aparelho em aproximadamente cinco minutos. Além do mais, os resultados podem ter sofrido influência do tipo de forno mufla escolhido e da abertura de entrada de ar do equipamento durante a queima. Salienta-se que esses autores não corrigiram as concentrações de SiO<sub>2</sub> para a massa total da amostra, e consideraram apenas a parte mineral das cascas de cinzas de arroz.



**Figura 5.** Cinza de casca de arroz PEL718020, produzida com ciclo isotérmico de 700°C por 180 minutos em forno mufla, evidenciando uma frente de combustão mais intensa na camada superior. Fonte: Autores, 2020.

Ao serem retiradas as bandejas com as cinzas do forno mufla, logo após o esfriamento natural, puderam ser observadas duas frações distintas no material em alguns tratamentos. Nos tratamentos entre 60 e 180 minutos de queima, para as três temperaturas utilizadas (500°C; 600°C e 700°C) nitidamente a camada superior se encontrava estado mais avançado de combustão do que a camada inferior. Portanto constatou-se uma frente de combustão que avançou para o interior da massa do material ao decorrer do tempo (Figura 5).

Esse fenômeno ocorreu devido à falta de penetração de oxigênio, comburente, suficiente para que houvesse maior intensidade de combustão na camada superior das amostras. Essa situação durante a queima desfavoreceu a retirada de carbono das cinzas de casca de arroz por volatilização e diminuiu a possível concentração final de  $\text{SiO}_2$  em cada produto.

Entretanto, em cada amostra as partículas posteriormente foram misturadas através da moagem do material, tornando os aspectos de textura e coloração homogêneos. Salienta-se que em uma escala de produção industrial das cinzas, provavelmente esse fato pode ser evitado ao se utilizar modelo de forno/caldeira com fluxo contínuo das cascas de arroz em seu interior, permitindo aeração uniforme, com circulação de grandes volumes de ar.

## CONCLUSÕES

As cinzas de casca de arroz geradas em usina termelétrica de indústria de beneficiamento de grãos, com queima não controlada (400 a 500°C, por 15 a 30 minutos), possui entre 69,7% e 72,0% de óxido de silício ( $\text{SiO}_2$ ), 15,4% a 16,1% de óxido de potássio ( $\text{K}_2\text{O}$ ) 1,4% a 1,5% de óxido de cálcio ( $\text{CaO}$ ), 0,4% a 0,8% de óxido de fósforo ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ), 0,9% a 1,0% de óxido de manganês ( $\text{MnO}$ ), 0,3% a 0,4% de óxido de ferro ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), 8,5% e 11,3% de carbono elementar, e 0,0% a 0,1% de nitrogênio elementar. Essas cinzas possuem coloração predominantemente preta.

As CCAs provenientes de caldeira de usina termelétrica com queimas não controladas e moídas por 60; 80; 110; 180; e 360 segundos em moinho de esferas, em nível laboratorial, pode resulta em



granulometrias com D90 de 60,50 µm (SLCN60), 49,70 µm (SLCN50), 40,20 µm (SLCN40), 29,90 µm (SLCN30), e 19,90 µm (SLCN20), nessa sequência.

A coloração das cinzas de casca de arroz, produzidas sob combustão controlada entre 500°C e 700°C, por períodos entre 30 e 240 minutos, varia do preto, passando por tons de cinza, chegando próxima da cor branca. O rendimento em massa das cinzas (500°C a 700°C, por 30 a 240 minutos) diminui conforme são aumentados o período e a temperatura de combustão.

A concentração de silício aumenta nas cinzas, conforme ocorre o aumento da temperatura e do tempo de queima das cascas de arroz (500°C a 700°C, por 30 a 240 minutos), enquanto diminui a concentração de carbono e nitrogênio elementares. Em cinzas queimadas em forno mufla, em ciclos isotérmicos de 500°C; 600°C e 700°C, por 30; 60; 120; 180; e 240 minutos; são encontrados de 43,0 % a 82,5% de óxido de silício (SiO<sub>2</sub>), 10,3% a 13,8% de óxido de potássio (K<sub>2</sub>O), 1,9% a 2,6% de óxido de cálcio (CaO), 0,7% a 2,0% de óxido de fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), 0,6% a 0,8% de óxido de manganês (MnO), 0,5% a 1,2% de óxido de ferro (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), 0,2% e 39,1% de carbono elementar, e 0,0% a 1,1% de nitrogênio elementar.

O mesmo período de moagem resulta em diferentes distribuições granulométricas de cinzas de casca de arroz com diferentes concentrações de silício. Em moinho de discos em escala de laboratório, para cinzas oriundas de ciclos térmicos de 500°C a 700°C, por 30 a 240 minutos, o tempo de 30 segundos de moagem promove distribuições granulométricas com DMP entre 9,19 e 43,48 µm, DMIN entre 0,15 e 0,77 µm, D10 entre 1,54 e 3,60 µm, D50 entre 6,12 e 14,1 µm, D90 entre 19,8 e 72,5 µm, e DMAX entre 45,6 e 1260,0 µm.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adarkwah, C., Obeng-Ofori, D., Ulrichs, C., & Schöller, M. Insecticidal efficacy of botanical food by-products against selected stored-grain beetles by the combined action with modified diatomaceous Earth. *J. Plant Dis. Prot.*, 124, 255–267, 2017.
- Akowuah, J.O., Obeng-Akrofi, G., Minka, E., & Barima, A. Protecting Stored Maize Grain Against the *Sitophilus Zeamais* with Rice Husk Ash. 12th International Working Conference on Stored Product Protection (IWCSPP) in Berlin, Germany. October 7-11, 2018.
- Al-Hdabi, A. Laboratory investigation on the properties of asphalt concrete mixture with Rice Husk Ash as filler. *Construction and Building Materials*, 126, 544 551, 2016.
- Ashamo, M. O., Babalola, A. I., & Ogungbite, O. C. Comparative toxicity of botanical powders, diatomaceous earth, pirimiphos methyl, rice husk (powder and ash) against *Callosobruchus maculatus* (Fab.). *Brazilian Journal of Biological Sciences*, 5(11), 709-724, 2018.
- Corrêa, O. De O. Utilização de casca de arroz carbonizada e terra de diatomácea na manutenção da qualidade de sementes de trigo e no controle *Sitophilus zeamais* Motschulsky 1855. /Otávio de Oliveira Corrêa, orientadora Lilian Vanussa Madruga de Tunes, coorientadores Francisco Amaral

Villela e Tiago Zanatta Aumonde - Pelotas, 2015. 74 f. :il Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes). Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2015.

Della, Vp, Hotza, D., Junkes, J. A., et al. Estudo comparativo entre sílica obtida por lixívia ácida da casca de arroz e sílica obtida por tratamento térmico da cinza de casca de arroz. *Química Nova*, 6, 2006.

Gu, S., Zhou, J., Yu, C., Luo, Z., Wang, Q., & Shi, Z. A novel two-staged thermal synthesis method of generating nanosilica from rice husk via pre-pyrolysis combined with calcination. *Industrial Crops and Products*, 65, 1–6, 2015.

Liu, D., Zhang, W., Lin, H., Li, Y., Lu, H., & Wang, Y. A green technology for the preparation of high capacitance rice husk-based activated carbono. *Journal of Cleaner Production*, 112, 1190-1198, 2016.


Pode, R. Potential applications of rice husk ash waste from rice husk biomass power plant. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 53, 1468–1485, 2016.

Soltani, N., Bahrami, A., Pech-Canul, M. I., & Gonzalez, L. A. Review on the physicochemical treatments of rice husk for production of advanced materials. *Chemical Engineering Journal*, 264, 899–935, 2015.

# Cinzas de casca de arroz e seus efeitos nas qualidades físicas e fisiológicas de sementes de trigo após 6 meses de armazenamento

Recebido em: 27/05/2024


Aceito em: 04/07/2024


 10.46420/9786585756341cap5


Otávio de Oliveira Corrêa<sup>1</sup> 

Aline Vilke<sup>1</sup> 

Benhur Schwartz Barbosa<sup>1</sup> 

Matheus Ferreira de Carvalho<sup>2</sup> 

Joeli Vaz Bagolin<sup>3</sup> 

Lilian Vanussa Madruga de Tunes<sup>1</sup> 

## INTRODUÇÃO

A semente de trigo armazenada necessita de cuidados em relação ao controle de insetos, com a intenção de manter esse organismo vivo com alta qualidade física, fisiológica e sanitária. Para isso, existem diversas técnicas de usadas como manejo integrado de pragas. Korunić (1996 e 1997), Kavallieratos et al. (2010, 2015, 2017 e 2018), assim como diversos outros autores tem estudado o uso de pós ricos em silício para a manutenção da qualidade sanitária de grãos de trigo e outras espécies. Porém, nenhuma dessas pesquisas tem dado a devida atenção à qualidade das sementes.

Corrêa (2015) estudou a influência de cinzas de casca de arroz (76% de dióxido de silício e D90 = 61 µm) em sementes de trigo durante seis meses de armazenamento hermético. Através dessa pesquisa foi constatado que as cinzas de casca de arroz utilizadas não interferiram negativamente na qualidade fisiológica das sementes naquelas condições de armazenagem. No entanto, infere-se que cinzas com granulometrias diferentes podem se relacionar com as sementes de forma distinta. De acordo com o tamanho médio das partículas de um material em pó, a característica de retenção das cinzas nas sementes se altera. Com isso, as trocas de umidade entre as sementes e o produto aplicado sobre elas sofrem mudanças. Para Athanassiou e Kavallieratos (2005), assim como outros estudaram os efeitos de terras diatomáceas em grãos, relacionando a granulometria e outras propriedades químico-físicas desses pós inertes com questões relacionadas com insetos. Contudo, não são encontradas fontes bibliográficas para os efeitos de pós inertes, ricos em silício, na qualidade das sementes. Na pesquisa de Rohitha Prasantha

<sup>1</sup> Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Fitotecnia, Av. Eliseu Maciel, s/n, 96010-900, Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil.

<sup>2</sup> Associação dos produtores de sementes de mato grosso – APROSMAT. Rondonópolis/Mato Grosso, Brasil.

<sup>3</sup> Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul: Ijuí. Rua do Comércio, N° 3000, Bairro Universitário - CEP 98700000 – Ijuí (RS).

\* Autor(a) correspondente: [cristinarosseti@yahoo.com.br](mailto:cristinarosseti@yahoo.com.br) (54) 999678406

(2015), por exemplo, o tema principal foi o esclarecimento dos efeitos causados pelas interações de trocas de umidade apenas entre os pós inertes e os insetos. A aderência dos pós inertes está relacionada com a granulometria desses materiais, mesmo que hajam outros fatores. Diferentes graus de aderência entre os materiais podem causar diversas interações de troca entre: a umidade relativa do ar, umidade das cinzas de casca de arroz, e a umidade da semente. Como a qualidade fisiológica das sementes está relacionada com o teor de água das mesmas, essas interações podem influenciar no âmbito de desempenho fisiológico. Então, o objetivo desse trabalho foi avaliar os efeitos das cinzas de casca de arroz com diferentes propriedades físico-químicas sobre a qualidade física e fisiológica de sementes de trigo após período de armazenamento.

## MATERIAL E MÉTODOS

Na safra de 2016 foram coletadas sementes de trigo da cultivar TBIO Iguaçu, categoria S2, na cidade de Ajuricaba/RS, na região noroeste do estado do Rio Grande do Sul. Em janeiro de 2018, as sementes possuíam as seguintes características de qualidade: 11,7% de umidade (Ug - b.u.); peso de mil sementes (PMS) de 34,3 g; peso volumétrico (PH) de 81,1 Kg.100L<sup>-1</sup>; PCG = 87,9%; G = 93,4%; emergência aos 7 dias (EC7) = 82,8%; emergência aos 14 dias (EC14) = 85,1%; IVE = 9,9. As sementes foram pesadas e separadas em amostras. Cada tratamento foi composto por 16 repetições de 1 kg. Logo no mesmo mês, as sementes foram tratadas com cinzas de casca de arroz contendo composições químicas similares, no entanto com distribuições granulométricas distintas (Tabela 1).

**Tabela 1.** Principais características físico-químicas de cinzas de casca de arroz, coletadas em caldeira de usina termelétrica de indústria de beneficiamento de grãos, e moídas em diferentes períodos em moinho de esferas. Fonte: Autores, 2020.

Produto	C* (%)	SiO2 (%)	DMP (µm)	DMIN (µm)	D10 (µm)	D50 (µm)	D90 (µm)	DMAX (µm)
SLCN60	9,4	71,1	32,35	0,523	4,82	27,7	60,5	98,1
SLCN50	8,5	72,0	25,19	0,523	3,84	19,9	49,7	86,4
SLCN40	10,8	69,7	19,87	0,460	3,15	14,9	40,2	76,0
SLCN30	11,0	70,0	14,73	0,405	2,48	10,8	29,9	58,9
SLCN20	11,3	70,0	10,01	0,357	1,87	7,18	19,9	58,9

\* C = Concentração corrigida de carbono; SiO2 = Concentração corrigida de dióxido de silício; DMP = diâmetro médio ponderado; DMIN = diâmetro mínimo detectado no produto; D10 = diâmetro maior ou igual ao de 10% das partículas; D50 = diâmetro maior ou igual ao de 50% das partículas; D90 = diâmetro maior ou igual ao de 90% das partículas; DMAX = diâmetro máximo detectado no produto.

O tratamento foi realizado com polvilhamento das doses 0; 400; 800; 1.200; e 1.600 gramas por tonelada de semente (g T<sup>-1</sup>). A homogeneização foi feita de forma alternada, começando com agitação manual por 30 segundos, seguida de agitação mecânica a 6.500 rpm num equipamento magnético de agitação (HGP1<sup>-2</sup>, Marqlabor, Brasil) por 1 minuto (30 segundos com o pote virado para cima e 30 segundos com o pote virado para baixo), e terminada com agitação manual por mais 30 segundos, em balde com volume de 6,0 L. Em seguida, as sementes foram acondicionadas em sacos de papel kraft

pardo (0,385 x 0,287 x 0,120 m), gramatura 120 g.m<sup>-2</sup>, cortando os excessos de papel e grampeando a abertura de cada saco.

As sementes foram armazenadas durante 6 meses. Na sequência, sem serem submetidas à superação de dormência, nem à retirada proposital dos tratamentos com cinzas de casca de arroz, as amostras de sementes foram avaliadas pelos testes de germinação, primeira contagem de germinação, teor de água e peso de mil sementes. A emergência em canteiros e o índice de velocidade de emergência foram realizados em meses da mesma estação, para possíveis comparações entre as qualidades inicial e final. Para qualidade física e fisiológica de sementes, foram avaliadas as seguintes variáveis: Peso de mil sementes (PMS), germinação (G), primeira contagem de germinação (PCG), emergência de canteiros aos 7 e 14 dias (EC7/EC14) e índice de velocidade de emergência (IVE). Todas as avaliações realizadas baseado nas Regras para Análises de Sementes (BRASIL 2009). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado. Para cada variável, as observações obtidas foram submetidas à análise de variância, e quando houve significância dos fatores, utilizaram-se a comparação de médias pelo teste de Tukey (GOMES, 2000) e de Duncan, além da construção de curva de regressão. A análise foi realizada com auxílio do software “Statistical Analysis System” (SAS v.9.3, Cary, North Carolina, USA).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através da análise de variância pelo quadrado médio das variáveis na Tabela 2, foi possível observar que para PMS sofreu efeito apenas dos tipos de cinza de casca de arroz com diferentes granulometrias. Para G e PCG, a interação entre produto e dose houve efeito significativo. A variável EC7 apresentou diferenças significativas em função das doses de cinza de casca de arroz aplicadas na forma de pó. Para EC14 e IVE não foram diferenciadas por nenhum dos fatores de variação analisados.

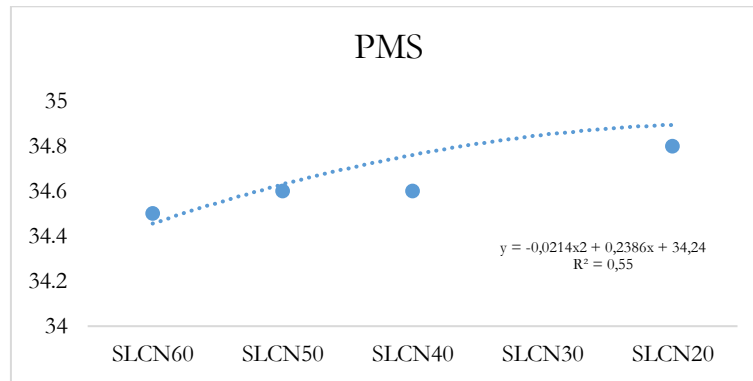
**Tabela 2.** Quadrado média a partir da análise de variância do peso de mil sementes (PMS), germinação (G), primeira contagem de germinação (PCG), emergência de canteiros aos 7 e 14 dias (EC7/EC14) e índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de trigo tratadas com polvilhamento de doses de cinzas de casca de arroz (CCAs) com diferentes distribuições granulométricas, e armazenadas por 6 meses. Fonte: Autores, 2020.

FV	GL	PMS (g)	G (%)	PCG (%)	EC7 (%)	EC14 (%)	IVE (%)
<b>Produto (P)</b>	4	0,99*	783*	1025*	117	151	0,38
<b>Dose (D)</b>	4	0,24	120	457	185*	217	1,59
<b>P x D</b>	16	0,35	534*	686*	62	64	0,65
<b>Resíduo</b>	3	0,28	71	304	109	147	1,07
<b>Cv (%)</b>		1,3	21,7	29,5	67,3	57,1	61,3

FV=Fonte de variação; GL=grau de liberdade; CV=coeficiente de variação. \*Resultados com diferença estatística a 5% de probabilidade.

O peso de mil das sementes de trigo após seis meses de armazenamento não demonstrou diferenças perante as doses de cinzas de casca de arroz aplicadas antes desse período (gráfico 1). Porém,

as distintas distribuições granulométricas dos produtos de casca de cinzas de arroz afetaram esse parâmetro de qualidade física.

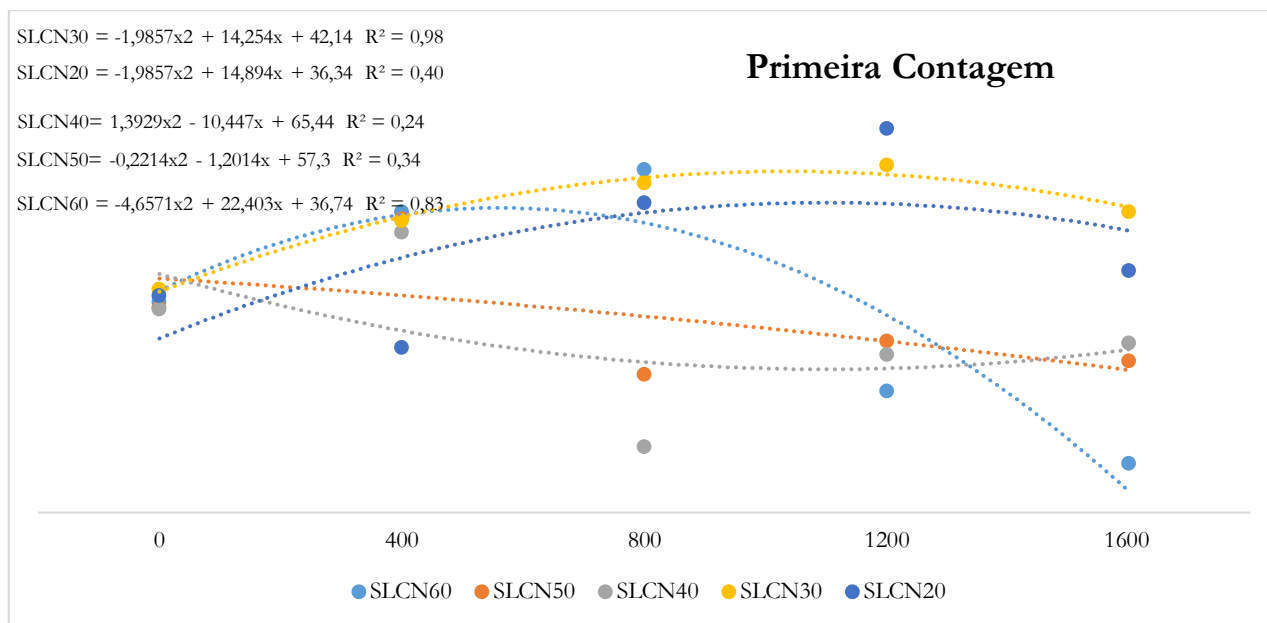


**Gráfico 1.** Peso de mil das sementes de trigo tratadas com polvilhamento de doses de cinzas de casca de arroz (CCAs) com diferentes distribuições granulométricas, e armazenadas com 6 meses. Fonte: Autores, 2020.

As sementes que receberam a aplicação das cinzas SLCN30 tiveram o PMS maior que as sementes tratadas com SLCN40, SLCN50 e SLCN60. A média de PMS para as sementes que continham SLCN20, com valores intermediários, não diferiu de nenhum dos outros tratamentos. Em comparação com o valor inicial (34,3 86 g), os tratamentos aumentaram em 0,2 p.p.; 0,3p.p.; 0,3p.p.; 0,8; e 0,5 pontos percentuais de peso de mil sementes após os seis meses, respectivamente, com a aplicação das CCAs SLCN60, SLCN50, SLCN40, SLCN30 e SLCN20. Pelo menos de maneira parcial, acredita-se que essa diferença de peso esteve associada ao aumento de teor de água das sementes nessa lacuna de tempo.

As médias de porcentagem nos testes de qualidade fisiológica, para todas as variáveis, foram muito baixas. Esse fato foi corroborado pela idade das sementes (segunda safra, com desconhecimento das condições ambientais do 1º ano de armazenamento) e por terem sido armazenadas em condições não favoráveis para a manutenção da qualidade fisiológica durante o experimento. Apesar disso, ficou evidente que diferentes cinzas de casca de arroz e doses influenciaram na primeira contagem de germinação, germinação e emergência de plântulas aos 7 dias (apenas as doses) das sementes de trigo.

Os resultados da variável Primeira contagem de germinação de sementes de trigo são expostos no gráfico 2. As curvas de regressão não foram significativas para expor o comportamento da variável dependendo do fator quantitativo, tendo todas um baixo coeficiente de determinação ( $R^2 < 60$ ), e por causa disso as curvas não foram apresentadas.



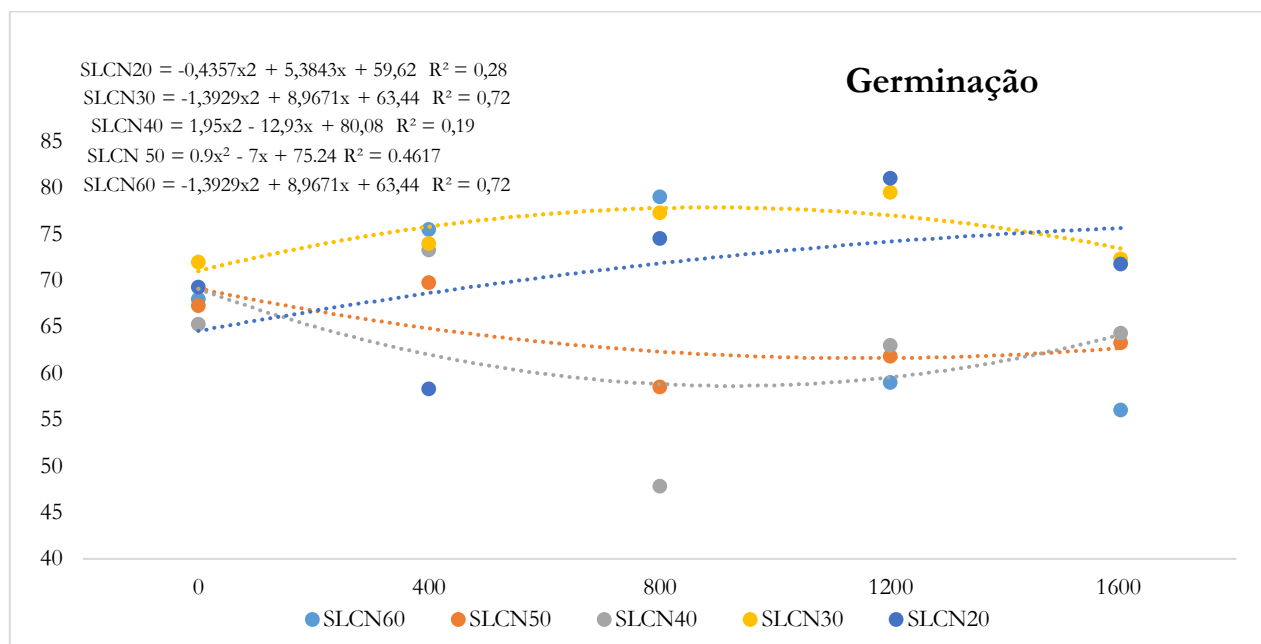
**Gráfico 2.** Primeira contagem de germinação de sementes de trigo tratadas com polvilhamento de doses de cinzas de casca de arroz (CCAs) com diferentes distribuições granulométricas, e armazenadas por 6 meses. Fonte: Autores, 2020.

Quanto às distinções entre as doses de SLCN60, as maiores porcentagens de primeira contagem de germinação ocorreram com as doses 400 (63,3%) e 800 (68,0%) gramas por tonelada de semente, e é possível observar que com o aumento da dose, houve redução da primeira contagem. Para SLCN50 e SLCN40, a melhor 87 resposta foi encontrada através da aplicação de 400 g.T<sup>-1</sup>, chegando a média de 62,5%; e 61,0%, nessa ordem. A CCA SLCN30 não apresentou diferenças de desempenho em comparação com a dose 0. Porém, o a maior média de todas (72,5%), foi alcançada com a aplicação de 1.200 gramas por tonelada de sementes das cinzas de casca de arroz SLCN20.

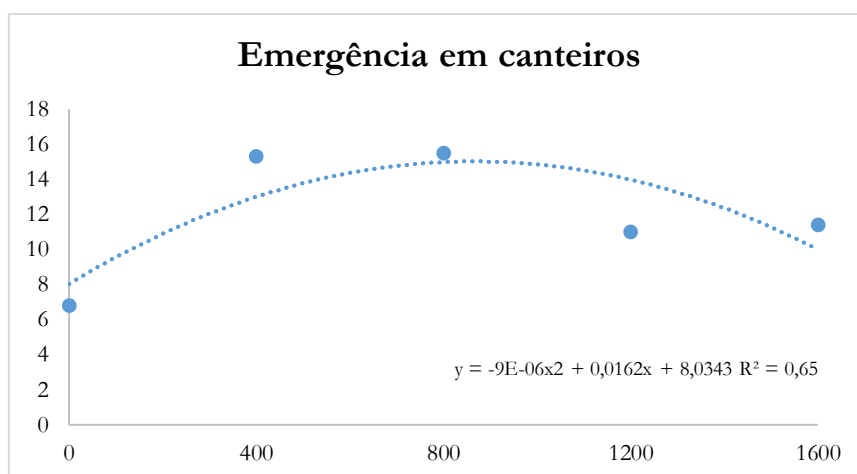
As cinzas de casca de arroz interagiram de forma diferente no desempenho das sementes de trigo para PCG. Nas doses 0 e 400, as porcentagens de PCG para os cinco materiais não diferiram estatisticamente entre si. No entanto, nas doses entre 800 a 1.600 gramas por tonelada os produtos tiveram efeitos diferentes na germinação das sementes de trigo em 4 dias. Na dose de 800 g.T<sup>-1</sup>, as CCAs SLCN60, SLCN30 e SLCN20 foram superiores às demais quanto à porcentagem de plântulas normais germinadas no teste (68,0%; 66,5% e 64,3%). Os materiais SLCN30 e SLCN20 causaram maiores percentuais de PCG comparados aos outros tratamentos na dose de 1.200 gramas por tonelada (68,5% e 72,5%). Somente o produto SLCN30 teve a melhor resposta (63,8%), quando os materiais foram comparados na dose de 1.600 g.T<sup>-1</sup>, tendo as CCAs SLCN40 e SLCN20 respostas intermediárias (48,8% e 56,8%). Nessa dose, SLCN60 e SLCN50 obtiveram os piores resultados (35,5% e 46,8%).

Resultados um pouco diferentes foram encontrados no teste de Germinação de sementes de trigo (gráfico 3). Para essa variável, igualmente a PCG, as curvas encontradas pela análise de regressão não esclareceram o comportamento da germinação das sementes de trigo em função do fator quantitativo e por este motivo não foram demonstradas. As cinzas de casca de arroz também tiveram efeitos distintos

no teste de germinação. As cinzas SLCN30 (D90 = 29,9 µm) e SLCN20 (D90 = 19,9 µm) obtiveram as melhores performances nas doses de 800; 1.200; e 1.600 gramas por tonelada. Também, na dose de 800 g.T<sup>-1</sup>, SLCN60 (D90 = 60,5 µm) estatisticamente proporcionou a maior média de germinação (79,0%), similares aos tratamentos SLCN30 e SLCN20. As porcentagens de G das sementes que receberam aplicação de 400 g.T<sup>-1</sup> de SLCN40 e SLCN60 foram superiores aos demais tratamentos. Na dose 0, as porcentagens de germinação permaneceram entre 65,3% e 72,0%, sendo iguais para as cinco CCAs perante a estatística.



**Gráfico 3.** Germinação de sementes de trigo tratadas com polvilhamento de doses de cinzas de casca de arroz (CCAs) com diferentes distribuições granulométricas, e armazenadas por 6 meses. Fonte: Autores, 2020.



**Gráfico 4.** Emergência em canteiros, aos 7 dias, de plântulas de trigo provenientes de sementes tratadas com polvilhamento de doses de cinzas de casca de arroz (CCAs) com diferentes distribuições granulométricas e diferentes doses. Fonte: Autores, 2020.



As doses que mais produziram plântulas normais das sementes com a CCA SLCN60 foram 400 e 800 gramas por tonelada. SLCN50 não se diferenciou em porcentagem de germinação nas diferentes doses estudadas, assim como ocorreu com SLCN30. Para a cinza SLCN40, os melhores resultados de G foram obtidos nas doses 400; 1.200; e 1.600 g.T<sup>-1</sup>. Já para as cinzas de casca de arroz SLCN20, as doses que proporcionaram maior percentual de plântulas germinadas em 8 dias foram 800 e 1.200 gramas por tonelada. A emergência de plântulas de trigo em canteiros aos 7 dias (EC7) sofreu influência das doses de cinzas de casca de arroz testadas (gráfico 4). A dose 0, ou seja, sem adição de cinzas às sementes antes do armazenamento, obteve média inferior (6,8%) às dos tratamentos com CCAs. As melhores porcentagens, 15,3% e 15,5%, foram encontradas com a aplicação de 400 e 800 gramas por tonelada de sementes, na mesma sequência. As doses de 1.200 e 1.600 g.T<sup>-1</sup> atingiram valores intermediários de 11,0% e 11,4%, nessa ordem. Da mesma forma que para PCG e G, as curvas obtidas por análise de regressão não representaram de forma consistente as respostas encontradas para essa variável, em relação às doses testadas.

Na média de todos os tratamentos, a emergência de plântulas de trigo em canteiros aos 14 dias (EC14) foi de apenas 17,1% e o Índice de velocidade de emergência foi calculado em 1,35. Essas variáveis obtiveram valores baixos e com muita variação entre as observações, em consequência, não puderam ser observadas diferenças estatísticas dos efeitos dos produtos à base de CCA testados nem das doses aplicadas nas sementes. Sabe-se que o armazenamento ocorreu de maneira imprópria para a conservação da qualidade de sementes em nível comercial. As condições de temperatura e umidade relativa provocaram a aceleração da taxa respiratória das sementes. O processo de deterioração, que se inicia com a liberação de radicais livres nas células dos diversos tecidos do embrião, por ser irreversível e inevitável deve ser controlado com boas práticas de manejo durante a armazenagem das sementes. Porém esse cenário não se concretizou, e com isso, o processo deteriorativo das sementes foi intensificado resultando nas baixas porcentagens de sobrevivência das sementes, como observado nessa pesquisa.

Entretanto, as respostas de PCG, G e EC7 dão indícios de que as cinzas de casca de arroz podem ter efeito benéfico na manutenção da qualidade fisiológica das sementes quando estiverem armazenadas em ambiente adequado. Resta ressaltar que mais estudos são necessários para que haja comprovações dos reais efeitos das cinzas com diferentes propriedades físico-químicas em sementes de trigo.

## CONCLUSÕES

As cinzas de casca de arroz SLCN60, SLCN50, SLCN40, SLCN30 e SLCN20, nas doses entre 400 e 1.600 gramas por tonelada, não interferem no ganho de umidade das sementes durante 6 meses de armazenamento em condições adversas de temperatura e umidade relativa do ar.

O PMS de sementes de trigo, com aplicação de cinzas de casca arroz, pode aumentar em até 0,8 pontos percentuais em seis meses de armazenamento com as cinzas em condições adversas de

temperatura e umidade relativa do ar. A cinza SLCN30 (70% de SiO<sub>2</sub>; D<sub>90</sub> = 30 µm) proporciona o maior aumento dentre as estudadas.

A qualidade fisiológica das sementes de trigo diminui drasticamente em ambientes de armazenamento com altas médias de temperatura e umidade relativa do ar, mesmo quando são aplicadas cinzas de casca de arroz em doses entre 400 e 1.600 g.T<sup>-1</sup>.

Os tratamentos SLCN60 (400; e 800 g.T<sup>-1</sup>) SLCN50 (400; 1.200; e 1.600 g.T<sup>-1</sup>) SLCN40 (400; 1.200; e 1.600 g.T<sup>-1</sup>) SLCN30 (400; 800; 1.200; e 1.600 g.T<sup>-1</sup>) SLCN20 (800; 1.200; e 1.600 g.T<sup>-1</sup>) não prejudicam as sementes de trigo durante o armazenamento, quando avaliadas por PCG e G.

As doses de 400 e 800 g.T<sup>-1</sup> de cinzas de casca de arroz, com aproximadamente 70% de silício e distribuições granulométricas com D<sub>90</sub> entre 20 e 60 micrometros, favorecem a emergência de plântulas de trigo aos 7 dias.

Considerando as intrínsecas características de armazenagem da presente pesquisa, as diferentes doses das cinzas não afetam a performance de sementes de trigo quanto à EC14 e ao IVE.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA


- Athanassiou, C.G., Kavallieratos, N.G. Insecticidal effect and adherence of PyriSecs in different grain Commodities. *Crop Protection*, 24, 703–710, 2005.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Zoneamento agrícola da cultura do trigo, Secretaria de política agrícola. Portaria n° 243, de 20 de novembro de 2014. Disponível em: <http://sistemasweb.agricultura.gov.br/>. Acesso em: 10/03/2024.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para Análise de Sementes. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 398p.
- Corrêa, O. De O. Utilização de casca de arroz carbonizada e terra de diatomácea na manutenção da qualidade de sementes de trigo e no controle *Sitophilus zeamais* Motschulsky 1855. /Otávio de Oliveira Corrêa, orientadora Lilian Vanussa Madruga de Tunes, coorientadores Francisco Amaral Villela e Tiago Zanatta Aumonde - Pelotas, 2015. 74 f. :il Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes). Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2015.
- Gomes, F. P. Curso de estatística experimental. 14ª ed. Piracicaba – SP: Editora da Universidade de São Paulo, 477p., 2000.
- Kavallieratos, N.G., Athanassiou, C.G., Boukouvala, M.C., Rumbos, C.I. Acaricidal effect of three zeolite formulations on different life stages of *Tyrophagus putrescentiae* (Schrank) and *Acarus siro* L. (Sarcoptiformes: Acaridae). *Journal of Stored Products Research*, 78, 39-44, 2018.

- Kavallieratos, N.G., Athanassiou, C.G., Korunic, Z., Mikeli, N.H. Evaluation of three novel diatomaceous earths against three stored-grain beetle species on wheat and maize. *Crop Protection*, 75, 132-138, 2015.
- Kavallieratos, N.G., Athanassiou, C.G., George C. Diamantis, G.C., Gioukari, H.G., Boukouvala, M.C. Evaluation of six insecticides against adults and larvae of *Trogoderma granarium* Everts (Coleoptera: Dermestidae) on wheat, barley, maize and rough rice. *Journal of Stored Products Research*, 71, 81-92, 2017.
- Kavallieratos, N.G., Athanassiou, C.G., Vayias B.J., Kotzamanidis, S., Synodis S.D. Efficacy and adherence ratio of diatomaceous earth and spinosad in three wheat varieties against three stored-product insect pests. *Journal of Stored Products Research*, 46, 73–80, 2010.
- Korunic, Z. Rapid Assessment of the Insecticidal Value of Diatomaceous Earths Without Conducting Bioassays. *J. Stored Prod. Res.*, 33(3), 219-229, 1997.
- Korunic, Z., Fields, P.G., Kovacs, M.I.P, Noll, J.S., Lukow, O.M., Demianyk, C.J., Shibley, K.J. The effect of diatomaceous earth on grain quality. *Postharvest Biology and Technology*, 9, 373-387, 1996.
- Rohitha Prasantha, B.D., Reichmuth, Ch., Adler, C., Felgentreu, D. Lipid adsorption of diatomaceous earths and increased water permeability in the epicuticle layer of the cowpea weevil *Callosobruchus maculatus* (F.) and the bean weevil *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Chrysomelidae). *Journal of Stored Products Research*, 64, 36-41, 2015.

# Germinação de sementes de *Triticum aestivum* L. desinfestadas com água ionizada em diferentes tempos de embebição


Recebido em: 27/05/2024

Aceito em: 04/07/2024


 10.46420/9786585756341cap6

Cristina Rossetti<sup>1\*</sup> 

Carem Rosane Coutinho Saraiva<sup>1</sup> 

Thiago Antonio da Silva<sup>1</sup> 

Laura Eduarda Arnold<sup>2</sup> 

Lilian Vanussa Madruga de Tunes<sup>1</sup> 

## INTRODUÇÃO

O trigo (*Triticum aestivum* L.) é cultivado no Brasil durante o inverno e primavera, principalmente no RS e no PR, porém, aproximadamente metade do consumo nacional ainda é proveniente de importações. A produção mundial de trigo na safra de 2022, foi de 776 milhões de toneladas (CONAB, 2022). De acordo a Associação Rio-grandense de Empreendimentos de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER, 2022), o Brasil teve uma produção nacional de trigo na safra de 2022, de 3,5 milhões de toneladas, conforme o levantamento de estimativa da safra de 2023 deseja-se um aumento de 12,5% na produção. Para alcançar o sucesso da lavoura e a produtividade desejada, o processo de produção se inicia na obtenção de sementes de qualidade, que sejam aptas às condições ambientais vigentes e capazes de gerar plantas uniformes e produtivas. Para tanto as sementes devem apresentar características peculiares como, pureza varietal e física, altas taxas de germinação, vigor e sanidade (Peske et al., 2019). Nesta concepção, lotes de sementes que proporcionem altas taxas de germinação, semelhantes às comercialmente aceitas, podem apresentar comportamento distinto a campo, em razão do potencial fisiológico das mesmas e das condições ambientais (Leão-Araujo et al., 2019). Para ser evitado a infestação das sementes, algumas medidas de controle são adotadas visando solucionar os danos e perdas ocasionados pelos insetos tais como: boa prática de armazenamento, monitoramento das pragas e tratamento químico, este por sua vez, acabaram causando alguns danos além da resistência dos insetos aos princípios ativos utilizados na composição dos produtos químicos, e devido a esses problemas, existe a necessidade de métodos de controle mais eficientes com custo baixo (Ramos, 2019). Em vista

<sup>1</sup> Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Fitotecnia, Av. Eliseu Maciel, s/n, 96010-900, Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil.

<sup>2</sup> Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul: Ijuí. Rua do Comércio, N° 3000, Bairro Universitário - CEP 98700000 – Ijuí (RS).

\* Autor(a) correspondente: [cristinarossetti@yahoo.com.br](mailto:cristinarossetti@yahoo.com.br) (54) 999678406

disso, uma alternativa para a não utilização de produtos nocivos à saúde, seria a utilização de água ionizada. Esta é uma água produzida por um equipamento, no qual torna a água rica em hidrogênio molecular ativo e poderosas propriedades antioxidantes. Além disso, este produz diferentes níveis de pH da água com ácido hipocloroso (HOCl), sendo largamente utilizado pela agricultura. Dentre os diferentes níveis de pH, tem-se a água alcalina pH 9,5 tendo esta água com pH alcalino o poder de hidratação superior às demais águas (Warbur, 2020). Tornando-se de extrema importância a análise de sementes, que disponham de métodos confiáveis para avaliação rápida e eficiente da qualidade fisiológica e sanitária dessas. Dentre os testes mais comuns para avaliação da qualidade das sementes destacam-se o teste de germinação em papel germitest®. Sendo que esse teste ainda pode ser conduzido em outro substrato respeitando-se as condições adequadas para germinação (Lobo Júnior et al., 2020).

Portanto, este trabalho tem por objetivo avaliar o potencial de desinfestação da água ionizada pH 9,5 no teste de germinação em duas cultivares de sementes de trigo durante diferentes tempos de embebição.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Análise de Sementes da Universidade Federal de Pelotas - UFPel, Campus Capão do Leão, Pelotas-RS. Sendo utilizadas sementes de trigo das cultivares Tbio Audaz e Tbio Ello, provenientes da área experimental do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes da UFPel no Capão do Leão-RS, em plena maturidade fisiológica.

Como tratamentos utilizados utilizou-se diferentes tempos de embebição para as sementes com água ionizada pH 9,5 (T2 =1 minuto, T3= 2 minutos, T4=3minutos e T5=4 minutos), para a testemunha (T1) as sementes não passaram pelo processo de embebição. Para facilitar o controle do tempo de embebição utilizou-se o auxílio de um cronometro, passado o tempo de cada tratamento realizou-se o teste de germinação de acordo com as regras de análise de sementes (RAS) conforme descrito abaixo:

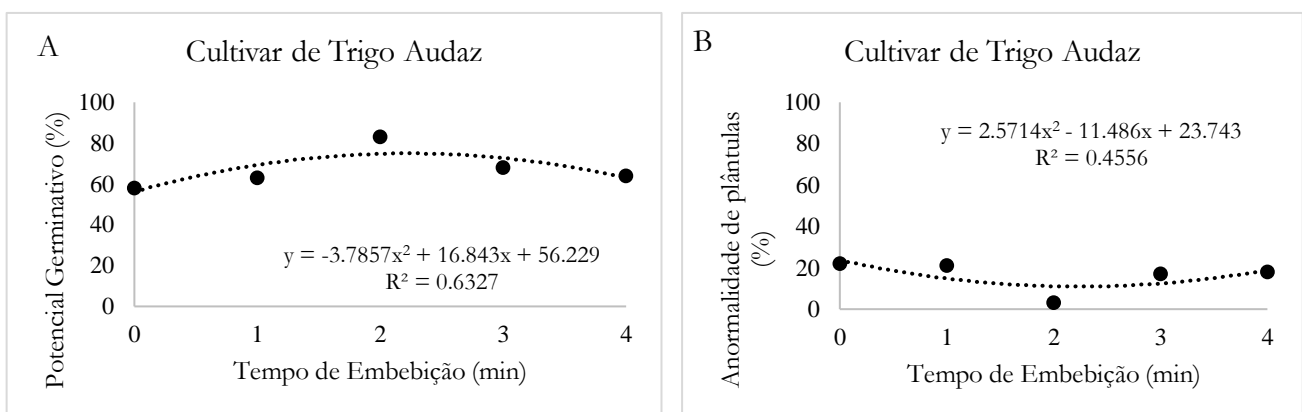
**Teste de germinação:** realizado segundo as Regras para Análise de Sementes - RAS (BRASIL, 2009), por meio da sementeira de 200 sementes por unidade experimental, divididas em quatro repetições de 50 sementes, em rolo de papel germitest® umedecido com água destilada 2,5x o peso do papel. Os rolos foram colocados em germinador à temperatura constante de 20°C, sendo realizada contagem única aos 6 dias após a montagem do teste, contabilizando-se as plântulas normais. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais, anormais e mortas.

Os dados foram submetidos à análise de variância, e posteriormente as médias foram comparadas pelo teste de Skott-Knott a 5% de probabilidade. Para a realização das análises estatísticas foi utilizado programa estatístico SASM-Agri (Ferreira et al., 2011).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como resultados observados a partir do teste realizado pode-se compreender que cada uma das cultivares apresenta diferentes tempos de embebição que melhor se adaptam a redução de fungos fitopatogênicos e auxiliam na qualidade fisiológicas das sementes (Figuras 1 e 2). Os principais componentes químicos das sementes, responsáveis pela embebição, são as proteínas, e, em menor intensidade, a celulose e substâncias pécicas; o amido e os lipídios apresentam interferência reduzida no processo (Mayer & Mayber, 1978; Copeland & McDonald, 1995). Alguns autores também atribuem a determinação da composição da semente de soja por fatores genéticos, mas que podem sofrer influências ambientais durante o seu cultivo (Westgate et al., 1995). Tavares et al. (1986), sugerem que tegumentos escuros atrasam o processo de embebição, e tegumentos com alto teor de lignina podem influenciar a embebição.

A ocorrência de diferenças no grau de permeabilidade do tegumento, também levou pesquisadores a determinarem a possível ocorrência de materiais hidrófobos na camada paliádica. Foi observado por França Neto et al. (1999), maior quantidade de lignina nos tegumentos de linhagens com sementes de coloração escura, 12,18%, ao passo que as linhagens de tegumento amarelo apresentaram 4,75%. Os autores observaram que as sementes com maior quantidade de lignina apresentaram melhor qualidade das sementes. No entanto, Giurizatto et al. (2003), estudando o efeito da época de colheita sobre a viabilidade e o vigor das sementes, utilizando cultivares com tonalidades diferentes de tegumento, verificaram que algumas cultivares com sementes de tegumento claro apresentavam qualidade fisiológica superior ao das cultivares com sementes de tegumento escuro. Estes trabalhos sugerem que as características de qualidade fisiológica e composição não sejam determinadas somente pela alteração da cor do tegumento, mas sim pela genética da cultivar que apresenta a mutação.

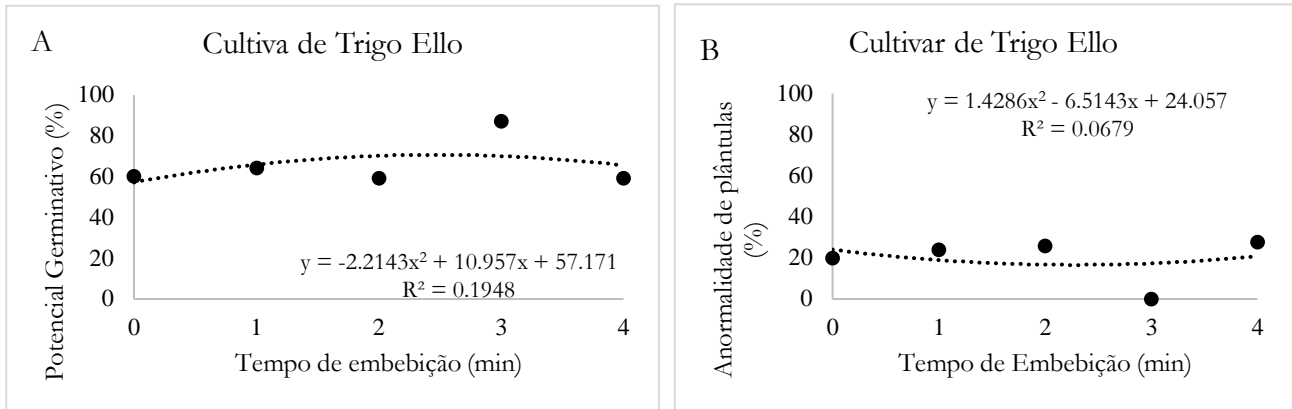


**Gráfico 1.** Avaliação da germinação de sementes de trigo da cultivar Tbio Audaz, visualizando as plântulas normais (A) e anormais (B) provenientes do teste, de acordo com os diferentes tempos de embebição com água ionizada pH 9,5. Fonte: Autores, 2023.

Dentre os tempos testados para a cultivar Tbio Audaz, o tratamento 3 de 2 minutos de embebição com a água ionizada pH 9,5 foi a que apresentou melhor potencial germinativo (Figura 1A) assim como a redução da proliferação de fungos. Pode-se observar que a partir dos 3 minutos para esta cultivar, o período de embebição não foi positivo, visto ter proporcionando a embebição das sementes de forma acelerada, gerando danos de embebição nas sementes e aumento do percentual de plântulas anormais (Figura 1B). Segundo Zucarelli (2018) a velocidade de entrada da água nos tecidos das sementes é decisiva para o sucesso da germinação. O processo de embebição rápida pode ocasionar a desorganização da membrana celular ou rupturas em seus tecidos, desencadeando processos como respiração anaeróbica que geram prejuízos decorrentes da carência de oxigênio por aeração insuficiente. Além disso, o processo de hidratação de maneira acelerada provoca aumento na anormalidade e redução no vigor das plantas. Os sintomas podem ser observados durante a germinação e o desenvolvimento inicial de plântulas, por meio da redução acentuada na porcentagem de germinação, perda do vigor e o aumento da ocorrência de plântulas anormais (De Souza et al., 2011).

As porcentagens elevadas de plântulas anormais nos testes de germinação podem ser uma consequência de problemas fisiológicos decorrentes do processo de embebição rápida, devido à baixa umidade da semente, a alta avidéz por água e ao seu alto conteúdo de proteína (Silva & Vilella, 2011)

.Outro ponto observado para esta cultivar, foi que o tratamento 2, não se diferenciou da testemunha, mostrando que 1 min de embebição da água ionizada não é suficiente nem para redução de fungos fitopatogênicos nem para auxiliar no potencial germinativo das sementes. Quando se tratando da presença de patógenos, podemos observar através de trabalhos que sementes altamente infectadas podem ter sua germinação drasticamente reduzida, quando avaliada pelo teste padrão, mostrando que a utilização da água ionizada pH 9,5 se torna eficiente para controle de fungos. Já para a cultivar Tbio Ello, o tratamento que apresentou melhor desempenho tanto em potencial germinativo (Figura 2A), redução da infestação de patógenos quanto a redução do percentual de plântulas anormais (Figura 2B), sendo que os tratamento T2 e T3 não se diferenciaram da testemunha e o tratamento T5 obteve problemas com embebição de água obtendo redução do percentual de germinação.



**Gráfico 2.** Avaliação da germinação de sementes de trigo da cultivar Tbio Ello, visualizando as plântulas normais (A) e anormais (B) provenientes do teste, de acordo com os diferentes tempos de embebição com água ionizada pH 9,5. Fonte: Autores, 2023.

A entrada de água rápida na semente dirige uma série de eventos bioquímicos dinâmicos, entre os quais ocorre a ativação de enzimas, danos e reparo ao DNA, quebra, translocação e utilização do material de reserva. Embora fosse identificada a sensibilidade das sementes à rápida entrada de água, sob atmosfera úmida foi eficiente para atenuar os danos e restabelecer as funções metabólicas que determinam a normalidade do processo germinativo. Assim, quando uma semente com sensibilidade é submetida a entrada de hidratação gradativa, esta possui mais tempo para reparar as lesões metabólicas antes que ocorra a germinação (Ataíde et al., 2016).

Além disso, o tegumento da semente influencia na permeabilidade das membranas e pode variar de acordo com a espessura e composição química. Assim, espécies e cultivares podem apresentar diferenças na velocidade de penetração de água.

## CONCLUSÃO

Foi observado que os tempos de embebição de 2 minutos para a cultivar Tbio Audaz e 3 minutos para a cultivar Tbio Ello, foram os tempos que melhor expressaram o potencial germinativo das cultivares reduzindo o percentual de anormalidade de plântulas e também obtendo redução da infestação dos patógenos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ataíde, M. G., Borges, E. E. L., Gonçalves, J. F. C., Guimarães, V. M., Flores, A.V. Alterações fisiológicas durante a hidratação de sementes de *Dalbergia nigra* ((Vell.) Fr. All. ex Benth.). *Ciência Florestal*, 26(2), 2016.




- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399 p.
- Canteri, M.G. et al. SASM-Agri – Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scott-Knott, Tukey e Duncan. *Revista Brasileira de Agrocomputação*, 1(2), 18-24, 2001.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Análise mensal. Brasília (DF): CONAB. 2022.
- Copeland, L.O., McDonald, M.B. *Principles of seed science and technology*. 3. ed. New York: Chapman e Hall, 1995. 409p.
- De Souza, R. A. V., Braga, F. T., Neto, J. V., De Mendonça, Azevedo, P. H., Cançado, G. M. A. Viabilidade e germinação de embriões de oliveira submetidos a diferentes condições de armazenamento de frutos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 46(3), 309-314, 2011.
- EMATER- Associação Rio-grandense de Empreendimentos de Assistência Técnica e Extensão Rural. Estimativa inicial da safra de inverno 2022. Porto Alegre (RS): EMATER. 2022.
- Ferreira, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, 35(6), 1039-1042, 2011.
- França Neto, J. B., Krzyzanowski, F. C., West, S. H., Henning, A. A., Costa, N. P. Determinação do conteúdo de lignina nos tegumentos de sementes de soja com tegumento preto e amarelo. In: Reunião De Pesquisa De Soja Da Região Central Do Brasil, 21., 1999, Londrina. Anais... Londrina: Embrapa Soja, 1999. 247 p. (Documento, 134).
- Giurizatto, M. I. K., Souza, L. C. F., Robaina, A. D., Gonçalves, M. C. Efeito da época de colheita e da espessura do tegumento sobre a viabilidade e o vigor de sementes de soja. *Ciência e Agrotecnologia*, 27(4), 771-779, 2003.
- Leão-Araújo, E. F., Santos, J. F., Silva, C. B., Marcos Filho, J., Vieira, R. D. 2017. Controlled deterioration test and use of the Seed Vigor Imaging System (SVIS®) to evaluate the physiological potential of crambe seeds. *J. Seed Science.*, 39(4), 2019.
- Lobo Júnior, M., Brandão, L.T.D., Martins, B.E.M. Testes para avaliação da qualidade de sementes de feijão comum. *Circular Técnica* 90, 1, 1-4, 2020.
- Mayer, A.M., Mayber, A.P. The germination of seeds. 2.ed. Oxford: Pergamon Press, 1978. 192p.
- Peske, S.T., Villela, F.A., Meneghello, G. E. 2019. *Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos*. 4 ed. Pelotas (RS): UFPEL.
- Ramos, A. C. O. Aplicação da radiação na desinfestação de rações a base de grãos para alimentação de animais domésticos. 2019. Dissertação (Mestrado) Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN –São Paulo, 68p.
- Silva, K. Da R. G. Da, Villela, F. A. Pre-hydration and evaluation of the physiological potential of soybean seeds. *Revista Brasileira de Sementes*, 33(2), 331-345, 2011.
- Tavares, D.Q., Umino, C.Y., Dias, G.M., Miranda, M.A.C. Compostos fenólicos no tegumento de sementes de linhagens de soja permeável e impermeável. *Revista Brasileira de Botânica*, 9(2), 167-171, 1986.


- Warburg, O. O pH da Água (Alcalina X Ácida). São Paulo, 2020. Disponível em: <https://kangensaude.com.br/agua-kangen>. Acesso em: 16 de junho de 2022.
- Westgate, M.E., Orf, J., Schussler, J.R., Shumway, C. Temperature regulation of uptake and metabolism of protein and oil precursors by developing soybean embryos. Madison: American Soybean Association, 1995. 106p. (Agronomy Abstracts).
- Zucareli, C., Brzezinski, C. R., Abati, J., Werner, F., Ramos Junior, E. U., Nakagawa, J. Qualidade fisiológica de sementes de feijão carioca armazenadas em diferentes ambientes. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 19, 803-809, 2018.

## A implicação da água ionizada na germinação de sementes de tomate

Recebido em: 27/05/2024

Aceito em: 04/07/2024

 10.46420/9786585756341cap7

Francine Bonemann Madruga<sup>1</sup> 

Cristina Rossetti<sup>1\*</sup> 

Fernando Maurício Bin<sup>1</sup> 

Ana Paula Rozado Gomes<sup>1</sup> 

Lilian Vanussa Madruga de Tunes<sup>1</sup> 

### INTRODUÇÃO

O tomate (*Solanum Lycopersicum* L.) é uma olerícola que pertence à família das Solanáceas de grande importância comercial tanto no Brasil como no mundo (Brandão Filho et al., 2021). Pois segundo dados o Brasil possui uma produtividade média é de 65,14 t ha<sup>-1</sup>, enquanto, na Colômbia é de 27,20 t ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2019). Mas para que se tenha uma grande produtividade é de grande valia que se tenha sementes de qualidades, quando se fala em qualidade de sementes, devemos sempre levar em considerações os atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários que afetam sua capacidade de desempenhar funções vitais, caracterizada pela sua germinação, seu vigor e sua produtividade (Sharma et al., 2015). A qualidade fisiológica, representada principalmente pela taxa de germinação e pelo vigor, é muito importante para o estabelecimento do estande de plantas em campo (Barros et al., 2002). Em geral, o vigor das sementes inclui características que determinam o potencial para uma rápida e uniforme emergência de plântulas normais sob uma vasta gama de condições ambientais (Marcos Filho, 2005). Caso o produtor não possuir uma semente de alto vigor e nem de qualidade, ele vai ter uma baixa porcentagem de germinação, maior susceptibilidade de sementes e mudas com crescimento lento, menor desenvolvimento radicular, estão associados a sementes que possuem um baixo potencial fisiológico (De França Cardozo, 2019). Outra questão observada é referente ao tratamento de sementes, no qual é, provavelmente, a medida mais antiga, barata e, às vezes, a mais segura e a que propicia os melhores êxitos no controle das doenças de plantas disseminadas pelas sementes (Parisi & Medina, 2017). O tratamento de sementes, além de controlar os agentes patogênicos associados às sementes, controla os habitantes/invasores do solo, fungos de armazenamento e patógenos foliares iniciais, podendo assegurar plantas vigorosas e atrasar o início de epidemias. A falta dessa proteção inicial pode ter impacto direto na

<sup>1</sup> Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Fitotecnia, Av. Eliseu Maciel, s/n, 96010-900, Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil.

\* Autor(a) correspondente: [cristinarossetti@yahoo.com.br](mailto:cristinarossetti@yahoo.com.br) (54) 999678406

produtividade (Buzzerio, 2010). Dessa forma, uma alternativa é a utilização da água ionizada, produzida por um equipamento, no qual torna a água rica em hidrogênio molecular ativo, diferentes níveis de pH da água com ácido hipocloroso (HOCl) e uma poderosa propriedade antioxidantes que ajuda no crescimento e desenvolvimento de plântulas (Warburg, 2020). Dentre os diferentes níveis de pH, tem-se a água alcalina pH 6,0 e água super alcalina com pH 11,5 (Warburg, 2020). Diante do que foi exposto este trabalho tem como objetivo avaliar o tempo de embebição de água com pH 2,5 e pH 6,0 e o desenvolvimento em sementes de tomate da cultivar rasteiro do Rio Grande.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O presente trabalho foi realizado no período de 04 de março de 2022 a 11 de março de 2022, no Laboratório Didático de Análise de Sementes “Flavio Rocha”, pertencente ao Departamento de Fitotecnia da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas, localizada no Município do Capão do Leão- RS.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial utilizando diferentes tratamentos que são eles: (T1 – Testemunha, T2 – 2,5 min contato água ionizada pH 2,5, T3 – 5,0 min contato água ionizada pH 2,5, T4 – 2,5 min contato água ionizada pH 6,0, T5 – 5,0 min contato água ionizada pH 6,0, T6 - 30 seg contato água ionizada pH 2,5, T7 – 30 seg contato água ionizada pH 6,0), totalizando 7 tratamentos onde cada destes obteve 4 repetições. Foram avaliadas sementes de tomates da cultivar rasteiro do Rio Grande, oriundas do comércio de Pelotas-RS.

Para a condução da embebição das sementes em seus diferentes tempos e soluções, fez uso de um cronometro e frascos plásticos, onde as sementes foram submersas em seus respectivos pHs da água ionizada e com auxílio do cronometro controlado o tempo de embebição, posteriormente a solução foi retirada do contato com as sementes auxiliada de uma peneira e então realizado os seguintes testes:

Teste de germinação contou com quatro repetições de 50 sementes por tratamento, semeados em papel umedecidos com a água ionizada, cerca de 2,5 vezes o peso do papel e acondicionado em gerbox®, dentro de um germinador temperatura constante de 25°C. A contagem de plântulas normais foi realizada aos quatorze dias após a instalação do teste e os resultados expressos em porcentagens de plântulas normais (BRASIL, 2009).

Quanto a determinação do comprimento de parte aérea foi realizada de modo similar ao usado no teste de germinação, sendo avaliado a quatorze dias após a montagem do teste, em quatro subamostras de 10 plântulas para cada tratamento. As plântulas foram amostradas aleatoriamente a partir da semeadura de 50 sementes por repetição no terço superior da folha de papel. Determinaram-se as mensurações com auxílio de régua graduada em milímetros. Os resultados foram expressos em centímetros (Nakagawa, 1999).

Aos testes de massa fresca e massa seca, avaliou-se a massa fresca das plântulas obtidas no momento da contagem de germinação, pesando 10 plântulas por repetição, em seguida, as plântulas foram encaminhadas para secagem em estufa de circulação de ar forçada a 65°C, até obter peso constante da massa seca, com pesagem da massa seca (BRASIL, 2009), sendo os resultados expressos em gramas. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, através do programa estatístico R-BIO.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados, podemos observar que só houve diferença estatística na germinação, sendo o tratamento sete o melhor para germinação de sementes de tomates em relação aos outros tratamentos, já para comprimento da parte área, massa fresca e seca não houve diferença estatística como mostra a (Tabela 1).

**Tabela 1.** Representa a germinação (%), comprimento da parte área (cm), massa fresca e seca (g) em sementes de tomates da cultivar rasteiro do Rio Grande, quando submetidos em diferentes tratamentos.

Tratamentos	Germinação (%)	Comprimento parte área (cm)	Massa Fresca (g)	Massa Seca (g)
T1	88 b	3.250 a*	0.490 a*	0.012 a*
T2	84 b	3.500	0.375	0.010
T3	80 b	3.200	0.485	0.012
T4	74 c	3.700	0.370	0.015
T5	76 c	3.500	0.400	0.015
T6	92 a	3.350	0.500	0.012
T7	96 a	3.500	0.505	0.010
CV%	8.50	3.46	51.77	21.91

\*Medias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. Fonte: Autores, 2023.

Em se tratando do tempo de embebição, foi observado que as sementes apresentaram um percentual de germinação maior foi aquelas sementes que ficaram expostas em 30 segundos em solução de pH 2,5, já as que apresentaram menor percentual de germinação foram aquelas sementes que ficaram em torno de 2 a 5 minutos embebidas em água ionizada com pH 6,0, como mostra a Tabela 1. De acordo com (Santos et al., 2019), ao embeber sementes de cebolinha em água em diferentes períodos pode observar que quanto mais curto o período de embebição e maior o pH, maior será o poder germinativo das plântulas.

O uso da água ionizada para desinfestação externa de sementes é comum nos laboratórios. Porém, essa solução pode afetar a germinação das sementes de algumas espécies, estimulando ou inibindo esse

processo. Em algumas espécies, a exposição rápida a essa solução estimula a germinação, mas em casos onde essa exposição é prolongada, tem-se o efeito contrário (Carnelossi et al., 1995). Segundo Sandi et al. (2009), a utilização de água ionizada oferece uma excelente opção para ser reduzida ou eliminada a maior parte da utilização de produtos químicos na agricultura.

Resultados observados por Alves et al., (2007), que avaliando sementes de *Caesalpinia pyramidalis* Tul, verificaram que a embebição em água ionizada provoca fissuras no tegumento, aumentando a permeabilidade e permitindo a embebição e, conseqüentemente, o início da emergência. Assim, a embebição é eficaz para romper a camada eficiente para romper a camada impermeável das sementes, possibilitando a absorção de água e, conseqüentemente, uma maior emergência e massa seca de plântulas (Smiderle et al., 2016).

## CONCLUSÃO

De acordo com os resultados apresentados, podemos concluir que houve uma diferença entre os tratamentos quando submetidos a água ionizada na germinação de sementes de tomates, mostrando que a embebição das sementes é eficaz para romper a camada impermeável e permitir a formação inicial da raiz. Sendo o tratamento de 30 segundos em contato com a água ionizada pH 2,5 o apresentou o melhor resultado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alves, E. U., Cardoso, E. A., Bruno, R. L. A., Alves, A.R. Alves, A. R., Galindo, E.A. Braga Junior, J.M. Superação da dormência em sementes de *Caesalpinia pyramidalis* Tul. R. *Árvore*, 31(3), 405-415, 2007.
- Barros, D.I., Nunes, H.V., Dias, D.C.F.S., Bhering, M.C. Comparação entre testes de vigor para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de tomate. *Revista Brasileira de Sementes*, 24(2), 12-16, 2002.
- Brandão Filho, José Usan Torres, Goto, Rummy, Braga, Renato De Souza, Hachmann, Tiago Luan. Solanáceas. Hortaliças-Fruto, [S.L.], p. 37-70, 2018. EDUEM. Disponível em: <http://books.scielo.org/id/bv3jx/pdf/brandao-9786586383010-04.pdf>. Acesso em: 31 mar. 2021.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Manual de Análise Sanitária de Sementes. Secretaria de Defesa Agropecuária. –Brasília: Mapa/ACS, 2009. 200 p.
- Buzzerio, N.F. (2010) - Ferramentas para qualidade de sementes no tratamento de sementes profissional. *Informativo Abrates*, 20, 56-56.
- Carnelossi, M. A. G. et al. Efeito da luz, hipoclorito de sódio, escarificação e estratificação na germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.), c. v. Maioba e Moreninha de Uberlândia. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 30(6), 779-787, 1995.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Tomate: Análise dos indicadores da produção e comercialização no mercado mundial, Brasileiro e Catarinense, v. 21, 2019. Disponível em:


<https://www.conab.gov.br/institucional/publicacoes/compendio-deestudos-da-conab/item/12529-compendio-de-estudos-da-conab-v-21-tomate-analisedos-indicadores-da-producao-e-comercializacao-no-mercado-mundial-brasileiro-ecatarinense>

- De França Cardozo, L.V., Neto, M.V.P. Extrato de neem no tratamento de sementes de tomate. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 14(1), 1-4, 2019.
- Marcos Filho, J. *Fisiologia de sementes de plantas cultivadas*. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.
- Nakagawa, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: Krzyzanowski, F. C. et al. *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: ABRATES, p.2.1-2.21, 1999.
- Parisi, J.J.D. & Medina, P.F. - Tratamento de Sementes. 2017. [http://www.iac.sp.gov.br/imagem\\_informacoestecnologicas/81.pdf](http://www.iac.sp.gov.br/imagem_informacoestecnologicas/81.pdf).
- Sandi, L. Q. et al. Tecnología EM: Una alternativa para el control de Sigatoka Negra en los trópicos. Costa Rica: Universidad Earth, 2009.
- Santos, B. D. B. et al. Tratamento pré-germinativo de sementes de cebolinha com peróxido de hidrogênio. *Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais*, 10(5), 307-313, 2019.
- Sharma, K.K., Singh, U.S., Sharma, P., Kumar, A., Sharma, L. Seed treatments for sustainable agriculture -A review. *Journal of Applied and Natural Science*, 7, 521-539, 2015.
- Smiderle, O. J., Souza, A. G., Almeida, M. S., Souza, A. A. Caracterização biométrica e superação de dormência de sementes de biribá no crescimento inicial de seedlings. *Revista da 13ª Jornada de pós graduação e Pesquisa Congrega*. 2016.
- Warburg Otto, O pH da Água (Alcalina X Ácida). São Paulo, 2020. Disponível em: <https://kangensaude.com.br/agua-kangen>. Acesso em: 16 de junho de 2022.

# Influência do pH da água ionizada na avaliação de qualidade de sementes de soja

Recebido em: 27/05/2024

Aceito em: 04/07/2024

 10.46420/9786585756341cap8

Marta Gubert Tremea<sup>1</sup> 

Cristina Rossetti<sup>1\*</sup> 

Laura Eduarda Arnold<sup>2</sup> 

Maria Eduarda Schmidt<sup>2</sup> 

Mateus Schneider Bruinsma<sup>1</sup> 

Lilian Vanussa Madruga de Tunes<sup>1</sup> 

## INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* L.) pertence à família Fabaceae, subfamília Papilionaceae, tribo Phaseoleae, gênero *Glycine* L, é uma espécie diploide, autógama, herbácea e anual apresenta sistema radicular pivotante, com a raiz principal bem desenvolvida. A cultura foi introduzida no Brasil na década de 60 e hoje apresenta-se como uma das principais culturas produzidas nas propriedades brasileiras.

A área plantada de soja cresceu 4,2% na safra 2020/2021 comparada a safra anterior, como ocorrido nos anos anteriores, estabelecendo uma tendência de crescimento a cada nova safra (CONAB, 2020). Destaca-se que o aumento da área cultivada com soja principalmente no Rio Grande do Sul ao fato de muitos agricultores estarem optando por semeaduras precoces (final de setembro e início de outubro) e tardias (final de dezembro e janeiro), permitindo dois cultivos no mesmo ano agrícola (Meotti et al., 2012). A soja é um dos maiores objetos de pesquisas na atualidade, que visam o aumento de produtividade, e a qualidade das sementes produzidas e semeadas é um fator determinante para garantir o sucesso produtivo (Seixas et al; 2020).

Fatores como temperatura, luz, pH e umidade afetam diretamente a germinação de sementes (Rizzardi et al., 2009). Devido a isto, o pH se torna um dos pontos críticos do teste de germinação, conforme os preceitos de sistema de qualidade. O pH tem influência direta sobre vários processos de desenvolvimento de um vegetal. Sabe-se, por exemplo, que o pH do solo é de grande importância para o crescimento da planta, devido ao seu efeito na disponibilidade de nutrientes, em especial, de

<sup>1</sup> Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Fitotecnia, Av. Eliseu Maciel, s/n, 96010-900, Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil.

<sup>2</sup> Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul: Ijuí. Rua do Comércio, N° 3000, Bairro Universitário - CEP 98700000 – Ijuí (RS).

\* Autor(a) correspondente: [cristinarossetti@yahoo.com.br](mailto:cristinarossetti@yahoo.com.br) (54) 999678406



micronutrientes. Entretanto, a influência do pH sobre a germinação tem recebido pouca atenção (Gadotti et al., 2013).

Valores de pH menores que 3,0 e superiores a 8,0 tem sido descrito como inibidores do processo germinativo. Sementes de muitas espécies germinam com altos índices de pH, considerando aqui pH alto maior que 7,5 preconizados por regras internacionais de análise de sementes, entretanto outros germinam com pH's específicos (Warburg, 2020).

Com isso, o objetivo desse trabalho foi avaliar a influência no pH da água ionizada na qualidade fisiológica de sementes de soja a partir do tempo de embebição em água ionizada com diferentes pH's.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi realizado no Laboratório de Sementes, do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes do Departamento de Fitotecnia da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, no ano de 2023.

Foi utilizado um lote de semente de soja da cultivar BRS 529, sendo essa uma cultivar convencional utilizada para produção orgânica. O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado, com esquema fatorial  $2 \times 7$  com quatro repetições, onde os fatores foram: pH da água ionizada (pH 6,0 e pH 11,5) e tempo de embebição (T1=sem embebição, T2= 30seg, T3=1min, T4= 2min, T5 =3min, T6= 4min e T7= 5min).

Para a avaliação da qualidade de sementes, foram submetidos os testes de:

I) Germinação: realizado conforme a Regra de Análise de Sementes (BRASIL, 2009), onde foram feitas quatro repetições de 50 sementes por tratamento, semeados em rolo de papel germitest®, umedecidas com água destilada, na proporção de 2,5 vezes a massa do papel e acondicionados em germinador a  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ . A contagem de plântulas normais foi realizada aos quatro e sete dias após a instalação do teste e os resultados expressos em porcentagens. A avaliação das plântulas anormais foi realizada somente na contagem final do teste (BRASIL, 2009).

II) Comprimento de plântulas: foram realizados de modo similar ao usado no teste de germinação, sendo avaliado no sétimo dia após a montagem do teste, em quatro subamostras de 10 plântulas para cada tratamento. As plântulas foram amostradas aleatoriamente a partir da semeadura de 50 sementes por repetição no terço superior da folha de papel germitest®, umedecidas com água destilada com 2,5 vezes a massa do papel. Os rolos foram acondicionados em germinador à  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ . Determinaram-se as mensurações com auxílio de régua graduada em milímetros. Os resultados foram expressos em centímetros (Nakagawa, 1999).

III) Massa fresca e seca: avaliou-se a massa fresca das plântulas obtidas no momento da contagem de germinação, pesando 10 plântulas por repetição, em seguida, as plântulas foram encaminhadas para

secagem em estufa de circulação de ar forçada a 65°C, até obter peso constante da massa seca, com pesagem da massa seca (BRASIL, 2009).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade, através do programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2011).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao avaliar a Tabela 1, é possível identificar a qualidade fisiológica das sementes de soja quando embebidas em água ionizada com pH 2,5, em que não houve diferença estatística na germinação das sementes, entretanto, os tempos de embebição influenciaram na anormalidade, comprimento de plântula e massa fresca e seca.

Para a variável anormalidade, o tratamento T4 foi o com mais influência negativa na qualidade, embora não sendo possível afirmar que com o aumento ou diminuição do tempo de embebição, ocorra redução do vigor das sementes. Para comprimento de plântula, mesmo com maior anormalidade no T4, encontra-se as maiores plântulas, com vigor elevado. Isso pode ser explicado a partir do estresse causado pela embebição, fazendo com que a semente precise expressar o vigor para formar plântulas desenvolvidas.

Para massa fresca, com o aumento do tempo de embebição, houve redução, o que afirma a influência da mesma na qualidade da semente. Entretanto, a massa seca não segue a mesma tendência, uma vez que o maior e o menor tempo de embebição não diferiram estatisticamente na qualidade.

**Tabela 1.** Qualidade de sementes de soja embebida em água ionizada em diferentes tempos com pH 6,0.

Tratamentos	Germinação (%)	Anormalidades (%)	Com. Parte aérea (cm)	Com. Raiz (cm)	Massa Fresca (g)	Massa Seca (g)
T1	41*	7AB	6,22AB	9,57A	15,14A	8,10A
T2	39	5B	5,87AB	8,77AB	12,6AB	6,12B
T3	38	8AB	5,57B	7,25B	11,59AB	7,54A
T4	34	13A	7,54A	9,99A	11,80AB	6,45AB
T5	36	8AB	5,55B	8,87AB	13,55A	7,98A
T6	40	7AB	6,42A	9,98A	13,80A	7,75A
T7	38	9AB	5,28B	8,75AB	8,64B	7,99A
<b>CV (%)</b>	<b>11,4</b>	<b>5,56</b>	<b>8,62</b>	<b>10,73</b>	<b>16,8</b>	<b>15,2</b>

\*Medias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. Fonte: Autores, 2023.

De acordo com Torres (2018), a água ácida ionizada pH 2,5 é um desinfetante totalmente natural, sem produtos químicos ou resíduos tóxicos. A aplicação da água ionizada serve no tratamento contra microrganismos e não é um poluente para o meio ambiente, sendo indicada na produção biológica com uma forma de desinfestação de sementes natural.

Na Tabela 2, a qualidade das sementes embebidas em diferentes tempos em água ionizada com pH 11,5 não influenciou na massa fresca e seca das plântulas produzidas. Entretanto, para germinação, os tratamentos T1, T2 e T3 obtiveram melhores porcentagens, porém, quando embebidas em T4, os resultados foram inferiores.

Sementes de muitas espécies germinam com altos índices de pH, considerando aqui pH alto maior que 7,5 preconizados por regras internacionais de análise de sementes, entretanto outros germinam com pH's específicos. Todavia, quanto aos diferentes valores de pHs nas soluções de embebição na germinação de sementes do maracujazeiro amarelo, as análises de variância não foram significativas em todas as variáveis analisadas, indicando que sementes dessa espécie são pouco afetadas durante a germinação por variações no pH. Resultados semelhantes foram obtidos por Chan (1937) que descreveu que a germinação de sementes de muitas espécies não é afetada por valores de pH entre 3,0 e 7,0 (Wagner Junior et al., 2007). Em sementes de soja, segundo Custodio et al. (2002), pH 6,0 apresentou o maior valor numérico de germinação não se diferenciando estatisticamente dos tratamentos 7,0; 5,5 e 5,0. Estes não diferiram do pH 6,0 e nem de pH 4,5. O pH 4,5 produziu o menor valor de germinação. Souza Filho & Dutra (1998) reportaram para o calopogônio (leguminosa tropical utilizada como adubo verde) a não interferência do pH na germinação, cuja variação daquele foi de 3 a 11. Os resultados de plântulas anormais não foram afetados pelos tratamentos de pH.

**Tabela 2.** Qualidade de sementes de soja embebida em água ionizada em diferentes tempos com pH 11,5.

Tratamentos	Germinação (%)	Anormalidades (%)	Com. Parte aérea (cm)	Com. Raiz (cm)	Massa Fresca (g)	Massa Seca (g)
T1	46A	24A	4,98BC	5,65B	6,78*	2,57*
T2	45A	14AB	4,58BC	9,72A	6,61	3,01
T3	43A	5B	5,55B	9,98A	6,49	2,98
T4	12B	30A	5,68B	8,77AB	6,44	2,88
T5	15B	20A	5,81AB	8,45AB	6,69	3,05
T6	17AB	23A	7,53A	8,97A	6,19	2,95
T7	20AB	26A	7,84A	9,33A	6,73	2,55
<b>CV (%)</b>	<b>7,42</b>	<b>14,02</b>	<b>12,05</b>	<b>10,36</b>	<b>11,56</b>	<b>9,58</b>

\*Medias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. Fonte: Autores, 2023.

Os resultados observados por Alves et al. (2007), que avaliando sementes de *Caesalpinia pyramidalis* Tul, verificaram que a embebição com água ionizada provoca fissuras no tegumento, aumentando a permeabilidade e permitindo a embebição e, conseqüentemente, o início da emergência. Assim, a embebição é eficaz para romper a camada eficiente para romper a camada impermeável das sementes, possibilitando a absorção de água e, conseqüentemente, uma maior emergência e massa seca de plântulas (Smiderle et al., 2016). Por outro lado, para soja, diferenças acentuadas de potenciais hídricos entre a

semente e o meio úmido podem provocar, devido à absorção rápida de água, prejuízos à germinação. Sementes de soja com teores de água inferiores a 11% são mais sensíveis às injúrias (Simon & Rajaharum, 1972). Outros autores reportaram 13% de água como o grau de umidade abaixo do qual ocorrem danos por embebição, enquanto que em teores acima de 17% não é observado este fato (Hobbs & Obendorf, 1972; Obendorf & Hobbs, 1970). França Neto et al. (2007) constataram a importância do teor de água da semente na ocorrência do dano por embebição, tais fatos podem justificar os baixos percentuais germinativos observados na cultivar independente dos pH's testados.

Durante a fase inicial do processo de germinação das sementes, ocorre reparo dos componentes celulares; há reorganização das membranas celulares e restabelecimento da permeabilidade seletiva, que evita a exsudação excessiva de eletrólitos. Assim, os danos provocados pela embebição rápida podem constituir em causa adicional à redução da emergência de plântulas, pois é a velocidade de reorganização do sistema de membranas que reflete o vigor das sementes (Tilden & West, 1985)

Já a anormalidade de plântulas obteve diferença apenas em T3, o que não permite conclusões plausíveis em relação aos tempos de embebição. Conforme o comprimento de parte aérea e raiz, os menores comprimentos foram quando embebidos em menor tempo, permitido avaliar que com o aumento da embebição, as sementes expressam melhor seu vigor.

Segundo Monteiro et al., (2014), o desenvolvimento de parte aérea e comprimento de raiz de plântulas oriundas de sementes expostas à embebição com água ionizada demonstraram sofrer influência significativa reduzindo seus valores em até 1,5% quando em período de 12 e 24 horas, colaborando com as afirmações de Peske et al., (2011) onde destaca a importância em se conhecer as condições em que as sementes serão expostas a fim de que estas não incidam negativamente no seu desenvolvimento, pois a partir do momento que a embebição dar início ao processo germinativo, através da água absorvida pela semente, esta deixa de ser um organismo em repouso para começar o processo de desenvolvimento embrionário e, por conseguinte desta etapa originar o desenvolvimento de plântula normal, adulta e completamente desenvolvida.

## CONCLUSÃO

De acordo com os resultados apresentados, a germinação foi afetada pelo tempo de embebição apenas com o aumento do pH, porém a massa fresca e seca obteve comportamento inverso. A anormalidade das sementes e comprimento de parte aérea e raiz são influenciadas pelo tempo de embebição.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alves, E. U., Cardoso, E. A., Bruno, R. L. A., Alves, A.R. Alves, A. R., Galindo, E.A. Braga Junior, J.M. Superação da dormência em sementes de *Caesalpinia pyramidalis* Tul. R. *Árvore*, 31(3), 405-415, 2007.


- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, 1, 399-399, 2009.
- Chan, C.T. Study of the relation of different pH values of nutrient solution and tree seed germination. *Journal Agricultural Assn*, [S.l.], 158, 21-47, 1937.
- Companhia Nacional De Abastecimento – CONAB. Safra brasileira de grãos. 2020. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuario-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de-soja>. Acesso em: 08/04/2024.
- Custodio, C.C., D.C Bomfim, S.M. Saturnino, & N.B. Machado Neto. Estresse por alumínio e por acidez em cultivares de soja. *Sci. agric.* 59(1), 145-153, 2002.
- Ferreira, D. F. SISVAR: A computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, 35(6), 1039-1042, 2011.
- França Neto, J. B. et al. Metodologia alternativa para a avaliação da germinação de sementes de soja. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 4 p.
- Gadotti, G. I., Meneghello, G. E., Tillmann, M. A. A. Faixa de exigência e influência do pH no teste de germinação. *Revista de la Facultad de Agronomia*, 112(1). 27-34, 2013.
- Hobbs, P. R., Obendorf, R. I. Interaction of initial seed moisture and imbibitional temperature on germination and productivity of soybean. *Crop Science, Madison*, 13, 664-667, 1972.
- Meotti, G. V. et al. Épocas de semeadura e desempenho agrônômico de cultivares de soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 47(1), 14-21, 2012.
- Monteiro, M. A., Martins, A. B. N., Véra, J.G., Medeiros, L. R. De, Costa, C.J. Efeitos de diferentes períodos de submersão em água na germinação de sementes de soja. 12ª Jornada de Pós-Graduação e Pesquisa. *Revista Congrega Ercamp.*, 1–12, 2014.
- Nakagawa, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: Krzyzanowski, F. C. et al. Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, 2.1-2.21, 1999.
- Obendorf, R. L., Hobbs, P. R. Effect of seed moisture on temperature sensitives during imbibition of soybean. *Crop Science*, 10, 563-566, 1970.
- Peske, S. T., Peske, F. B, *Absorção de água sob estresse*. Seed News. n.3, 2011.
- Rizzardi, M.A., A.R. Luiz, E.S. Roman & L. Vargas. Effect of cardinal temperature and water potential on morning glory (*Ipomoea triloba*) seed germination. *Planta Daninha*, 27(1), 13-21, 2009.
- Seixas, C. D. S., et al. *Tecnologias de Produção de Soja*. Tecnologia de produção 17. Londrina/PR: Embrapa Soja. 2020.
- Simon, E. W., Raja-Harum, R. M. Leakage during imbibition. *Journal of Experimental Botany*, 23(77), 1076-1085, 1972.
- Smiderle, O. J., Souza, A. G., Almeida, M. S., Souza, A. A. Caracterização biométrica e superação de dormência de sementes de biribá no crescimento inicial de seedlings. Revista da 13ª Jornada de pós-graduação e Pesquisa Congrega. 2016.

- Souza Filho, A.S. & Dutra, S.. Germination of seeds of *Calopogonium mucunoides*. *Cultivos Tropicales*, 20, 26-30, 1998.
- Tilden, R. L., West, S. H. Reversal of the effects of ageing in soybean seeds. *Plant Physiology, Lancaster*, 77, 584-586, 1985.
- Torres, S. B. Testes de vigor em sementes de maxixe (*Cucumis anguria* L.) com ênfase ao teste de condutividade elétrica. *Revista Brasileira de Sementes*, 20(2), 480-483, 2018.
- Wagner Júnior, A., J.R.S. Negreiros, R.S. Alexandre, L.D. Pimentel & C.H. Bruckner. Efeito do pH da água de embebição e do trincamento das sementes de maracujazeiro amarelo na germinação e desenvolvimento inicial. *Ciênc. Agrotec.*, 31(4), 1014-1019, 2007.
- Warburg Otto, O pH da Água (Alcalina X Ácida). São Paulo, 2020. Disponível em: <https://kangensaude.com.br/agua-kangen>. Acesso em: 16 de junho de 2023.

# Utilização de diferentes espaçamentos entre sementes de trigo antigo e trigo moderno

Recebido em: 27/05/2024

Aceito em: 04/07/2024

 10.46420/9786585756341cap9

Cristina Rossetti<sup>1\*</sup> 

Marta Gubert Trema<sup>1</sup> 

Guilherme Roberto Schalanski<sup>1</sup> 

Daiane Roschildt Sperling<sup>1</sup> 

Lilian Vanussa Madruga de Tunes<sup>1</sup> 

## INTRODUÇÃO

A cultura do trigo (*Triticum aestivum* L.), já estava presente nas civilizações a 10 mil anos atrás, estima-se que o cultivo desse cereal começou na região da Mesopotâmia, sendo a área abrangida do Egito ao Iraque. Mais tarde, no Brasil com o auxílio da modernização da agricultura, o trigo começou a ser cultivado por volta de 1534, por Martim Afonso de Souza. Sobretudo, no estado do Rio Grande do Sul, o trigo começou a ser cultivado por volta do século XVIII (ABITRIGO, 2018).

O trigo era inicialmente uma planta diplóide (dois conjuntos de cromossomos), mais tarde tornou-se tetraplóide (quatro conjuntos de cromossomos) e hoje o trigo comercial de padeiro é hexaplóide (seis conjuntos de cromossomos). Portanto, a planta foi ganhando complexidade, fruto de cruzamentos casuais. Hoje, o trigo diplóide (*T. monococcum* ou *Einkorn*) ou tetraplóide (*T. turgidum*) ainda pode ser encontrado em algumas áreas do mundo ou emmer) (Sander, 2019). Todos esses trigos são preparados, mas também podemos encontrar trigos hexaplóides vestidos, como o espelta. Em algumas áreas, todos esses trigos antigos e preparados estão incluídos em uma denominação comum. Assim, na Itália eles são chamados de “farro” e nas Astúrias “soletrados”, mas esses nomes podem conter trigo muito diferente. O farro italiano é principalmente tetraplóide (Emmer), enquanto a espelta (trigo hexaplóide) predomina na espelta. Em geral, todos esses tipos de trigo tratado em inglês são chamados de “trigos antigos” ou trigos antigos (Scheeren et al., 2019).

Esta classificação não é tão clara e existem algumas complicações. Assim, também existe o *T. turgidum* diplóide (emmer selvagem). Nas últimas décadas, o trigo Kamut®, que é um trigo duro (*T. turgidum*) do tipo Khorasan, teve certa fama. Este trigo parece ter sido encontrado em uma tumba egípcia, embora não seja totalmente claro, é comercializado sob uma marca registrada e deve ser cultivado

<sup>1</sup> Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Fitotecnia, Av. Eliseu Maciel, s/n, 96010-900, Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil.

\* Autor(a) correspondente: [cristinarossetti@yahoo.com.br](mailto:cristinarossetti@yahoo.com.br) (54) 999678406

organicamente. Kamut® está relacionado às variedades de trigo duro emmer e modernas. Na Itália existe uma iniciativa semelhante, também baseada em um trigo encontrado em uma tumba egípcia, chamado Graziella Ra®, e também é um *T. turgidum* tetraplóide. Esses trigos túrgidos (Emmer, kamut® e similares) são mais semelhantes aos atuais trigos duros (*Triticum durum*) que são usados para fazer semolina, principalmente para fazer macarrão (Provenzi et al., 2021). Quanto ao espaçamento sementes, este ajuste influencia no aproveitamento da radiação solar, competição do trigo com plantas daninhas e competição entre as plantas de trigo e aproveitamento da adubação. Como o trigo possui plasticidade, é capaz de ocupar espaços vazios entre as plantas. Quando a população de plantas é baixa, deve-se garantir boas condições de ambiente (fertilidade e água) para garantir um afilhamento adequado. Já em altas populações, a produção é bastante baseada na produção da planta-mãe. Diversas plantas não irão emitir inflorescência ou emitirão inflorescências pouco desenvolvidas. Além disso, altas densidades de plantas criam um microclima favorável ao desenvolvimento de doenças. Para Guimarães & Carvalho (2019) o fator espaçamento entre sementes pode afetar diretamente a produção final da cultura, pois esse fator age significativamente no efeito da emissão e sobrevivência dos perfilhos da planta, e também na capacidade de manter uma estrutura e arquitetura de plantas, a fim de obter uma boa eficiência na utilização da radiação, principalmente pela folha bandeira, convertendo em fotoassimilados para o desenvolvimento da planta em todo o seu ciclo. Dessa forma, este trabalho tem por objetivo entender qual a melhor resposta em termos de estrutura de plântulas para os espaçamentos entre sementes de trigo antigo da cultivar tumminia comparadas com a cultivar de trigo moderna Tbio Audaz.

## MATERIAL E MÉTODOS

As avaliações foram realizadas a área experimental do departamento de fitotecnia da Universidade Federal de Pelotas, campus Capão do Leão durante os meses de abril a novembro de 2022 para trigo antigo da cultivar Tumminia e durante os meses de junho a outubro de 2022 para o trigo convencional da cultivar Tbio Audaz. Para cada um dos trigos foram testados 5 diferentes espaçamentos entre sementes (T1 – 2,5 cm; T2 – 3 cm; T3 – 5cm; T4 – 7,5 cm; T5 – 10cm), formando o delineamento experimental em blocos ao acaso 2X5 (duas cultivares e 5 espaçamentos entre sementes), com 3 repetições para cada espaçamento testado em cada uma das cultivares, já o espaçamento entre linhas utilizado foi de 17cm.

A colheita foi realizada manualmente onde as plantas foram coletadas com as raízes, sendo colhidas duas linhas centrais de 2 metros de comprimento em cada canteiro. A debulha dos grãos de trigo foi realizada manualmente sendo esfregado com as mãos o material colhido, em poucas quantidades, dentro de uma peneira de malha 3 mm até o ponto que as espigas estivessem todas debulhadas e restando somente as palhas dentro da peneira. Em sequência o material obtido passava por mais um procedimento de limpeza em que foi utilizada uma peneira de malha 1,5 mm no qual não permite a passagem das sementes de trigo e então a peneira é direcionada contra um faixa de vento emitido por um ventilador



doméstico, e assim as impurezas e restos de palhas são separadas das sementes de trigo por serem mais leves, restando somente o material de interesse totalmente limpo que foi armazenado dentro de sacos plásticos todos devidamente identificados de acordo com as especificações de cada espaçamento. As avaliações realizadas para o trigo antigo e o trigo convencional foram as seguintes:

**Altura da planta:** Foram selecionadas 20 plantas em cada um dos espaçamentos sendo cada plântula medida com auxílio de uma régua graduada partindo da ponta da raiz até a ponta da espiguetta mais alta. O resultado foi apresentado em centímetros (cm).

**Número de Perfilhos:** O número de perfilhos por metro, de cada espaçamento, avaliados sempre no mesmo local demarcado na área central da parcela ao longo do ciclo da cultura.

**Número de Entrenós:** avaliado após as plantas serem coletadas, sendo selecionadas 20 plantas em cada um dos espaçamentos e contabilizados o número de entrenós presentes em cada uma das plantas.

**Peso de biomassa das raízes:** Foram coletadas plantas com as raízes de meio metro linear da parcela aos 90 dias para o trigo antigo e aos 54 dias para trigo convencional após o plantio. As raízes foram lavadas cuidadosamente para a retirada do solo e postas a secar a 35 graus centígrados até peso constante. Os pesos foram divididos pelo número de plantas e sua média calculada.

**Comprimento da Raiz:** Foram coletadas plantas com as raízes de meio metro linear da parcela aos 90 dias para o trigo antigo e aos 54 dias para trigo convencional após o plantio. Foi feita a medição do comprimento máximo da raiz de cada planta e calculada a média dos valores.

**Produtividade:** Peso total das sementes de cada repetição, corrigido para 13% de umidade, transformando o resultado para hectare, resultado expresso em  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ . O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com quatro repetições no esquema fatorial  $2 \times 5$ , composto por duas cultivares e cinco espaçamentos entre sementes. O As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software R (R Core Team, 2021). Os dados foram analisados quanto à significância estatística por meio do teste F.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observando a Tabela 1, a cultivar Tbio Audaz apresenta melhores respostas quanto aos componentes de rendimento nos espaçamentos de 2,5 cm e 3 cm entre as sementes. Já na Tabela 2 podemos observar que não foram observadas diferenças estatísticas entre os tratamentos, destacando a adaptabilidade do trigo antigo de acordo com o espaçamento utilizado entre as sementes. Os espaçamentos maiores permitiram maior desenvolvimento de plantas daninhas, o que acabou sendo necessária limpeza constante na área com capinas.

**Tabela 1.** Componentes de Rendimento de trigo convencional da cultivar moderna Tbio Audaz.

Espaçamentos	Alt. Planta (cm)	Nº Entrenós	Comp. Raiz	Peso das Raízes (g)	Produtividade (kg/ha)
2,5 cm	48,1 <sup>ns</sup>	13AB	7,5 <sup>ns</sup>	1,6 <sup>ns</sup>	2361 <sup>ns</sup>
3 cm	47,0 <sup>ns</sup>	13AB	7,9 <sup>ns</sup>	1,6 <sup>ns</sup>	2452 <sup>ns</sup>
5 cm	48,3 <sup>ns</sup>	11B	7,5 <sup>ns</sup>	1,5 <sup>ns</sup>	2522 <sup>ns</sup>
7,5 cm	48,3 <sup>ns</sup>	19A	8,2 <sup>ns</sup>	1,5 <sup>ns</sup>	2490 <sup>ns</sup>
10 cm	48,2 <sup>ns</sup>	17A	8,3 <sup>ns</sup>	1,5 <sup>ns</sup>	2399 <sup>ns</sup>
CV (%)	12,3	3,18	6,36	8,01	22,9
Média	47,98	2,16	7,88	1,54	2445

\* Médias que não compartilham uma letra são significativamente diferentes pelo teste t a 5% de probabilidade de erro. Fonte: Autores, 2023.

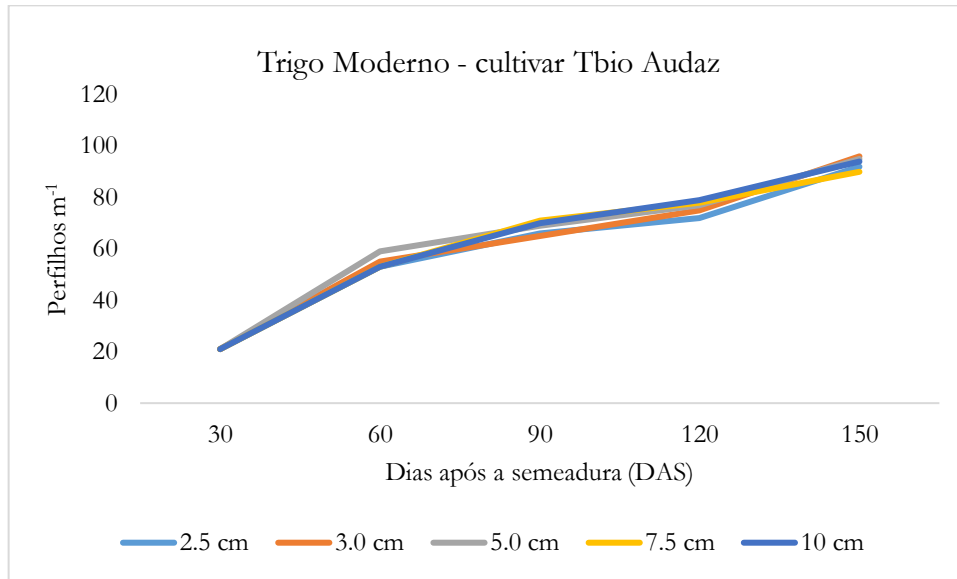
**Tabela 2.** Componentes de Rendimento de trigo da cultivar antiga Tumminia.

Espaçamentos	Alt. Planta (cm)	Nº Entrenós	Comp. Raiz	Peso das Raízes (g)	Produtividade (kg/ha)
2,5 cm	55,8 <sup>ns</sup>	13,7 <sup>ns</sup>	13,3 <sup>ns</sup>	0,9B	2491 <sup>ns</sup>
3 cm	57,5 <sup>ns</sup>	13,9 <sup>ns</sup>	12,9 <sup>ns</sup>	1,9AB	2498 <sup>ns</sup>
5 cm	53,8 <sup>ns</sup>	13,7 <sup>ns</sup>	12,4 <sup>ns</sup>	2,2A	2520 <sup>ns</sup>
7,5 cm	56,8 <sup>ns</sup>	13,1 <sup>ns</sup>	11,0 <sup>ns</sup>	1,9AB	2542 <sup>ns</sup>
10 cm	54,0 <sup>ns</sup>	13,0 <sup>ns</sup>	10,6 <sup>ns</sup>	2,9A	2680 <sup>ns</sup>
CV (%)	13,59	23,23	23,96	10,7	20,8
Média	55,58	13,48	12,04	1,96	2546

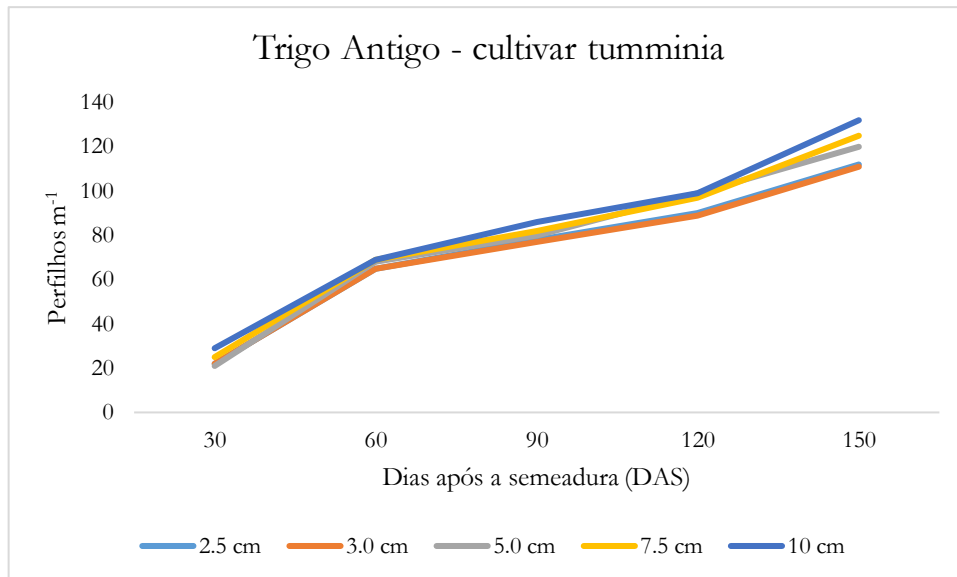
\* Médias que não compartilham uma letra são significativamente diferentes pelo teste t a 5% de probabilidade de erro. Fonte: Autores, 2023.

Há pesquisadores que defendem o uso dessas variedades na agricultura orgânica ou em áreas de menor produtividade. Esta recomendação baseia-se no fato de que, no desenvolvimento de variedades modernas, sua resposta foi levada em consideração e elas foram testadas em condições mais adequadas e também sobre condições de estresse. Outro ponto importante e que é necessário levar em consideração é referente a resistência a doenças que as diferentes variedades apresentam, onde a cultivar antiga é mais resistente que a moderna não apenas o rendimento. Existem vários aspectos pelos quais os trigos antigos ganharam força nos últimos anos. Primeiro, a evolução dos trigos levou a uma perda óbvia de variabilidade genética, e esses trigos antigos podem fornecer características interessantes. Assim, há um movimento para não perder esse legado. Analisando o perfilhamento durante o ciclo produtivo do trigo percebeu-se que a cultivar antiga tumminia (Figura 2) apresentou maior perfilhamento que a cultivar moderna Tbio Audaz (Figura 1), porém comparando os espaçamentos entre sementes durante os dias após a semeadura ambas as cultivares não apresentaram diferenças estatísticas. Outro ponto observado foi quanto a produtividade, onde mesmo obtendo maior perfilhamento o trigo antigo não foi observado diferenças estatísticas quanto aos diferentes espaçamentos entre as sementes. A emissão, o

desenvolvimento e a sobrevivência dos perfilhos são importantes, pois essas estruturas fazem parte dos componentes de produção e são também supridoras de assimilados ao colmo principal (Merotto Junior, 1995).



**Figura 1.** Perfilamento da cultivar moderna de trigo TBio Audaz em função do espaçamento entre sementes. Fonte: Autores, 2023.



**Figura 2.** Perfilamento da cultivar antiga de trigo da cultivar tumminia em função do espaçamento entre sementes. Fonte: Autores, 2023.

Uma alta população de plantas não garante altos rendimentos, pois nesta condição, embora o número de perfilhos possa ser maior, estas são constituídas por um menor número de grãos (Pedroso, 1993; Sousa et al., 1995). Plantas cultivadas em menores populações emitem maior número de perfilhos

para compensar o acúmulo de matéria seca. Contudo, para se tornar produtivo, um perfilho deve exibir taxas de crescimento próximas do colmo principal (Fioreze & Rodrigues, 2014), o que não acontece com muita frequência no trigo, ou então a possibilidade de abortamento aumenta, principalmente sob estresse (Elhani et al., 2007), então esta diminuição de perfilhos férteis encontrados em populações menores, pode em parte explicar as menores produtividades encontradas em densidades de plantas mais baixas.

## CONCLUSÃO

A cultivar Tbio Audaz apresenta melhores respostas quanto aos componentes de rendimento nos espaçamentos de 2,5 cm e 3 cm entre as sementes. Já para a cultivar tumminia não foram observadas diferenças estatísticas entre os tratamentos, mostrando a adaptabilidade da cultivar quando submetida ao estresse e área disponível.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABITRIGO. Conhecimento: trigo é energia para o nosso corpo. Trigo é energia para o nosso corpo. S.a.
- ABITRIGO. 2018. Disponível em: <https://www.abitrigo.com.br/conhecimento/>. Acesso em: 01 maio. 2024.
- Elhani, S., Martos, V., Rharrabti, Y., Royo, C., García Del Moral, L.F. Contribution of main stem and tillers to durum wheat (*Triticum turgidum* L. var. durum) grain yield and its components grown in Mediterranean environments. *Field Crops Research*, 103(1), 25-35, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2007.05.008>.
- Fioreze, S.L., Rodrigues, J.D. Componentes produtivos do trigo afetados pela densidade de semeadura e aplicação de regulador vegetal. *Semina: Ciências Agrárias*, 35(1), 39-54, 2014. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2014v35n1p39>.
- Guimarães, F. D. S., Carvalho, G. J. D. *Sistemas de cultivo e espaçamentos em cultivares de trigo irrigado*. Lavras, 2019.
- Merotto Junior, A. Processo de afilhamento e crescimento de raízes de trigo afetados pela resistência do solo. Porto Alegre, 1995. 114p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Programa de Pós-graduação em Agronomia, UFRGS, 1995.
- Pedroso, B.A. Efeito do ponto de colheita de duas cultivares de arroz irrigado em quatro densidades de semeadura 1991/1992. In: Reunião da Cultura do Arroz Irrigado, 10, 1993, Pelotas. Anais... Pelotas: Cpact, 1993. p.112.
- Provenzi, F. D., Bergamo, R., Debastiani, W., Balbinot Junior, A. A. Arranjo espacial de plantas em duas cultivares de trigo. *Unesc & Ciência – ACET*, 3(1), 31-36, 2021.
- R CORE TEAM (2021). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.

- Sander, G., Costa, A. C. T., Duarte, J. B. J., Marini, D., Dartora, J. Influência de diferentes espaçamentos e densidades de semeadura nas características agronômicas do trigo. V Reunião da Comissão Brasileira de pesquisa de trigo triticales. Dourados, MS. 2019.
- Scheeren, Pedro, Castro, Ricardo, Cairão, Eduardo. Botânica. Morfologia e descrição fenotípica. 2019. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br>. Acesso em: 01 maio. 2024.
- Sousa, R.O., Gomes, A.S., Martins, J.F.S., Peña, Y.A. Densidade de semeadura e espaçamento entre linhas para arroz irrigado no sistema de plantio direto. *Revista Brasileira de Agrociência*, 1(2), 67-74, 1995.

## Índice Remissivo

### **B**

Biológicos, 14

### **D**

Doses, 25

### **M**

Macronutrientes, 21

Micronutrientes, 21

### **P**

pH da água, 52, 59

Produtividade, 72, 73

### **S**

Sementes de soja, 67

Soja, 21

### **T**



Toscana, 13, 17

Tratamento de Sementes, 21

Trigo Antigo, 13



## Sobre as organizadoras



  **Lilian Vanussa Madruga de Tunes**

Atualmente Coordenadora do Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Sementes. Professora Associada da carreira de Agronomia (FAEM/UFPel); PPG Sementes Acadêmicas e Profissionais e Especialização; atuando na área de Gestão de Controle de Qualidade de Sementes dos Processos de Qualidade de Sementes e responsável pelo Laboratório de Análise Didática de Sementes da PPG Seeds. Orienta alunos de Iniciação Científica, Especialização, Mestrado Acadêmico e Profissional e Doutorado. Professor de Engenharia, Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal de Pelotas (UFPel/RS/2007), Mestre em Ciência e Tecnologia de Sementes (UFPel/RS/2009); Doutora em Agronomia (UFSM/RS/2011) e Pós-Doutora em Ciência e Tecnologia de Sementes (UFPel/RS/2012). Contato: [lilianmtunes@yahoo.com.br](mailto:lilianmtunes@yahoo.com.br)



  **Cristina Rossetti**

Engenheira Agrônoma pela Universidade Federal de Pelotas (2014/2019); Mestre em Ciências pelo Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes-UFPel (2019/2021); Técnica em Agropecuária pelo IFRS Campus Bento Gonçalves/RS (2010/2013); Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes da UFPel, bolsista da CAPES. Contato: [cristinarossetti@yahoo.com.br](mailto:cristinarossetti@yahoo.com.br)

A crescente demanda dos consumidores por alimentos naturais e livres de substâncias químicas ganha força em todos os elos da cadeia da produção – da indústria de insumos aos agricultores. A palavra de ordem é substituir o método tradicional de produção dos alimentos por uma nova, moderna e mais amigável versão, a partir do uso de insumos naturais ou biológicos, que apresentam consideravelmente menor impacto ambiental. A produção biológica sempre esteve presente no agronegócio, mas agora ganha espaço por uma demanda da sociedade. As pessoas optam, cada vez mais, por alimentos saudáveis e produzidos com respeito ao meio ambiente.



**Pantanal Editora**

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000  
Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil  
Telefone (66) 9608-6133 (Whatsapp)  
<https://www.editorapantanal.com.br>  
[contato@editorapantanal.com.br](mailto:contato@editorapantanal.com.br)