

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGROVETERINÁRIAS – CAV  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL**

**JAQUELINI GARCIA**

**COMPONENTES FISIOLÓGICOS E BIOQUÍMICOS ASSOCIADOS AO VIGOR E  
DESEMPENHO DE PLANTAS DE ARROZ**

**LAGES**

**2023**



**JAQUELINI GARCIA**

**COMPONENTES FISIOLÓGICOS E BIOQUÍMICOS ASSOCIADOS AO VIGOR E  
DESEMPENHO DE PLANTAS DE ARROZ**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agroveterinárias, da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do título de Doutora em Produção Vegetal, linha de pesquisa de fisiologia e manejo de plantas.

Orientadora: Cileide Maria Medeiros Coelho.

**LAGES**

**2023**

**Ficha catalográfica elaborada pelo programa de geração automática da  
Biblioteca Setorial do CAV/UDESC,  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

Garcia, Jaqueline

Componentes fisiológicos e bioquímicos associados ao vigor e desempenho de plantas de arroz / Jaqueline Garcia. -- 2023.

112 p.

Orientadora: Cileide Maria Medeiros Coelho

Tese (doutorado) -- Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Lages, 2023.

1. Qualidade de sementes. 2. Potencial fisiológico. 3. Estresse por frio. 4. Sementes salvas. 5. *Oryza sativa*. I. Medeiros Coelho, Cileide Maria. II. Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal. III. Título.

**JAQUELINI GARCIA**

**COMPONENTES FISIOLÓGICOS E BIOQUÍMICOS ASSOCIADOS AO VIGOR E  
DESEMPENHO DE PLANTAS DE ARROZ**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agroveterinárias, da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do título de Doutora em Produção Vegetal, linha de pesquisa de fisiologia e manejo de plantas.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Profa. Dra. Cileide Maria Medeiros Coelho  
UDESC/Lages - SC

Membros:

---

Dr. Antonio Mendes de Oliveira Neto  
UDESC/Lages - SC

---

Dra. Daniele Nerling  
UDESC/Lages - SC

---

Dra. Paula Bianchet  
IFC/Rio do Sul - SC

---

Dra. Naiara Guerra  
UFSC/Curitibanos - SC

Lages, 27 de fevereiro de 2023.



À Deus e minha amada família, que tanto admiro, dedico o resultado do esforço desta trajetória.





## AGRADECIMENTOS

À Deus.

Aos meus pais, Laerte Hercilio Garcia e Neusa Aparecida Stedile Garcia pelo apoio, fortaleza, ombro amigo, esforço e auxílio prestado.

Ao meu irmão Dirceu Garcia e a minha cunhada Tais Korb Garcia, pelo apoio e auxílio prestado.

Ao meu noivo Elisio Conzatti pela compreensão, paciência, apoio e auxílio prestado incansavelmente.

À Lúcia Conzatti pelo apoio e auxílio prestado.

À minha orientadora, Cileide Maria Medeiros Coelho, pela confiança, orientação e dedicação, por todos os ensinamentos e pelo exemplo profissional.

À equipe do laboratório de análise de sementes (LAS/CAV/UEDESC) por todos os momentos de aprendizado e companheirismo vivenciados.

Aos amigos que conheci nesta trajetória da pós-graduação pelas horas de distração, companheirismo, de alegria e pelo ombro amigo.

À Paula Bianchet e Daniel Said Pullicino por todo auxílio e apoio prestado durante o período sanduíche na Itália.

À Università di Torino (Unito) pela oportunidade única e inesquecível de desenvolvimento profissional e pessoal.

À Cooperativa Regional Agropecuária Vale do Itajaí, Dagostin sementes, Urbano Alimentos e Macoppi Sementes pela confiança e por todo apoio técnico fornecido para que esta pesquisa fosse possível.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), Universidade do Estado de Santa Catarina (Udesc), e ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal (PPGPV) do Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV), pelo ensino público, gratuito e de qualidade ofertado.

Ao Programa de bolsas universitárias de Santa Catarina - FUMDES/UNIEDU pela concessão da bolsa de estudos.

Enfim, a todos que fizeram parte desta realização profissional, gratidão!



## RESUMO

O arroz é um importante cereal que serve de base na alimentação diária de bilhões de pessoas no mundo. Entretanto, as mudanças climáticas podem afetar significativamente a produção do grão, uma vez que a temperatura é um dos elementos climáticos de maior importância, tanto para o crescimento como para o desenvolvimento da cultura. Assim, o uso de sementes certificadas com alto vigor pode ser uma ferramenta importante na obtenção de altas produtividades, visando a segurança alimentar do cereal. Dessa forma, o objetivo geral deste trabalho foi avaliar a importância do uso de sementes certificadas e a contribuição do vigor das sementes no estabelecimento inicial das plântulas de arroz a campo da cultivar SCS121 CL, e determinar também se há influência deste atributo fisiológico no desempenho das plântulas após períodos de estresse por frio da cultivar SCS122 Miura. Os ensaios foram conduzidos em laboratório e a campo nas principais regiões produtoras de arroz irrigado no Estado de Santa Catarina (Litoral Sul, Vale do Itajaí e Litoral Norte), nas safras 2019/2020 e 2020/2021. Utilizou-se lotes de sementes certificadas com alto vigor, lotes com baixo vigor obtidos através da redução artificial do vigor e lotes de sementes “salvas”. Foi avaliado os aspectos fisiológicos, bioquímicos e agrônômicos destes lotes sob condições contrastantes. Observou-se que as plântulas oriundas de sementes de alto vigor toleram maior intensidade de frio (até dois dias a 10 °C) e nessas condições apresentam capacidade de recuperação do estresse abiótico significativamente superior às plântulas oriundas de sementes de baixo vigor. Isto por sementes de alto vigor apresentarem maior atividade das enzimas antioxidantes catalase, superóxido dismutase e ascorbato peroxidase e maior concentração do aminoácido prolina, o que lhes confere assim maior tolerância e capacidade de recuperação aos estresses abióticos. Foi verificado também que o ajuste da densidade de semeadura pelo vigor aliado ao uso de sementes com alto vigor proporciona um incremento significativo na emergência de plantas no estabelecimento inicial a campo, afeta o perfilhamento e incrementa o número de panículas por área e aumenta a produtividade das plantas de arroz cultivar SCS121 CL a campo em até 14,8%. E por fim, comprovou-se que plantas de arroz de sementes certificadas apresentam desempenho agrônômico superior a aquelas oriundas de sementes “salvas” por apresentarem maior número de plântulas e panículas por área, proporcionando um incremento de até 20% na produtividade de grãos de arroz em casca.

**Palavras-chave:** *Oryza sativa* L.; Qualidade de sementes; Sementes certificadas.



# PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL COMPONENTS ASSOCIATED WITH THE VIGOR AND PERFORMANCE OF RICE PLANTS

## ABSTRACT

Rice is an important cereal that serves as the basis of the daily diet of billions of people in the world. However, climate change can significantly affect grain production since temperature is one of the most important climatic elements for both growth and development of the crop. Thus, the use of certified seeds with high-vigor can be an important tool in obtaining high yields goal to at food security for the cereal. Thus, the general objective of this thesis was to evaluate the importance of using certified seeds and the contribution of seed vigor in the initial establishment of rice seedlings in the field by cultivar SCS121 CL, and to determine whether this physiological attribute influences the performance of seedlings after periods of cold stress by cultivar SCS122 Miura. The tests were carried out in the laboratory and in the field in the main paddy rice producing regions in the State of Santa Catarina (South Coast, Vale do Itajaí and North Coast), in the 2019/2020 and 2020/2021 growing seasons. Lots of certified seeds with high-vigor were used, lots with low-vigor obtained through artificial reduction of vigor and lots of “saved” seeds. The physiological, biochemical and agronomic aspects of these lots were evaluated under contrasting conditions. It was observed that seedlings from high-vigor seeds were tolerate a higher intensity of cold (up to two days at 10 °C) and under these conditions have a significantly higher capacity to recover from abiotic stress than seedlings from low-vigor seeds. This is because these seeds have a higher activity of the antioxidant enzymes catalase, superoxide dismutase and ascorbate peroxidase and a higher concentration of the amino acid proline, which gives them greater tolerance and recovery capacity to abiotic stresses. It was also verified that the adjustment of seeding density by vigor combined with the use of seeds with high-vigor provides a significant increase in the emergence of plants in the initial establishment in the field, affects tillering and increases the number of panicles per area and increases the grain yield of the rice plants cultivated SCS121 CL in the field by up to 14.8%. And finally, it was proved that rice plants from certified seeds have a superior agronomic performance than those from “saved” seeds because they have a greater number of seedlings and panicles per area, providing an increase of up to 20% in grain yield.

**Keywords:** *Oryza sativa L.*; Seed quality; Certified seeds.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Plântulas normais (%) das sementes dos lotes de alto e baixo vigor, controle e após o estresse de dois dias a 10 °C .....	60
Figura 2 - Atividade antioxidante do Malondialdeído (a), Catalase (b), Ascorbato peroxidase (c) e superóxido dismutase (d) dos lotes de sementes com alto e baixo vigor, controle e após o estresse por frio de dois dias a 10 °C.....	61
Figura 3 - Teor de prolina nas sementes de alto e baixo vigor, controle e após o estresse de dois dias a 10 °C.....	64
Figura 4 - Maximum, average, and minimum temperatures and the amount of rainfall recorded twenty-one days after sowing in the main rice-producing regions of the state of Santa Catarina in the 2019/2020 (a, c, e) and 2020/2021 (b, e) growing seasons (d, f).....	77
Figura 5 - Número de perfilhos por planta de arroz nas regiões de cultivo no estado de Santa Catarina nas safras (A) 2019/2020 e (B) 2020/2021 .....	83
Figura 6 - Número de panículas de arroz por m <sup>-2</sup> nas regiões de cultivos no estado de Santa Catarina nas safras (A) 2019/2020 e (B) 2020/2021 .....	84
Figura 7 - Produtividade de arroz nas regiões de cultivo no estado de Santa Catarina nas safras (A) 2019/2020 e (B) 2020/2021 .....	86
Figura 8 - Análise de regressão dos quadrados mínimos parciais entre as variáveis avaliadas em campo e a estimativa de produtividade nas safras 2019/2020 e 2020/2021 ....	87
Figura 9 - Emergência de plântulas oriundas de lotes de sementes certificadas com alto (AV) e baixo vigor (BV) e de sementes salvas (SS) da cultivar SCS121 CL nas safras (a) 2019/2020 e (b) 2020/2021.....	94
Figura 10 - Número de perfilhos por planta oriundas de lotes de sementes certificadas com alto (AV) e baixo vigor (BV) e de sementes salvas (SS) da cultivar SCS121 CL nas safras (a) 2019/2020 e (b) 2020/2021 .....	95
Figura 11 - Número de panículas por área (m <sup>-2</sup> ) oriundas de lotes de sementes certificadas com alto (AV) e baixo vigor (BV) e de sementes salvas (SS) da cultivar SCS121 CL nas safras (a) 2019/2020 e (b) 2020/2021 .....	96
Figura 12 - Produtividade de grãos dos lotes de sementes certificadas com alto (AV) e baixo vigor (BV) e de sementes salvas (SS) da cultivar SCS121 CL nas safras (a) 2019/2020 e (b) 2020/2021.....	97





## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Temperaturas críticas mínimas, máximas e ótimas para o crescimento e o desenvolvimento do arroz .....	31
Tabela 2 - Caracterização fisiológica de germinação dos lotes da cultivar SCS122 Miura safra 2018/2019.....	41
Tabela 3 - Plântulas normais (%) de arroz dos lotes controle (sem estresse), mantidos a 25 °C constante, e dos lotes submetidos ao estresse de 10 °C por diferentes dias, na recuperação ao estresse a 25 °C .....	43
Tabela 4 - Plântulas anormais (%) de arroz dos lotes controle (sem estresse), mantidos a 25 °C constante, e dos lotes submetidos ao estresse de 10 °C por diferentes dias, na recuperação ao estresse a 25 °C .....	45
Tabela 5 - Sementes mortas (%) de arroz dos lotes com alto e baixo vigor pelo frio.....	47
Tabela 6 - Comprimento de parte aérea (cm) de plântulas de arroz dos lotes controle (sem estresse), mantidos a 25 °C constante, e dos lotes submetidos ao estresse de 10 °C por diferentes dias, na recuperação ao estresse a 25 °C.....	48
Tabela 7 - Comprimento de raiz (cm) de plântulas de arroz dos lotes controle (sem estresse), mantidos a 25 °C constante, e dos lotes submetidos ao estresse de 10 °C por diferentes dias, na recuperação ao estresse a 25 °C .....	49
Tabela 8 - Massa seca de plântulas (g) de arroz dos lotes controle (sem estresse), mantidos a 25 °C constante, e dos lotes submetidos ao estresse de 10 °C por diferentes dias, na recuperação ao estresse a 25 °C .....	51
Tabela 9 - Caracterização fisiológica dos lotes da cultivar SCS122 Miura safra 2018/2019	59
Tabela 10 - Physiological characterization of the high and low <sup>1</sup> vigor lots of rice seeds used for sowing in the 2019/2020 and 2020/2021 growing seasons .....	73
Tabela 11 - Seedlings emerged per unit area (m <sup>-2</sup> ) according to the density adjustment and initial vigor of the seed used in different regions of the state of Santa Catarina, Brazil, in the 2019/2020 and 2020/2021 growing seasons .....	75
Tabela 12 - Descritivo das informações de cultivo das diferentes áreas no estado de Santa Catarina nas safras 2019/2020 e 2020/2021 .....	82
Tabela 13 - Número de sementes por panícula (SP), peso de mil sementes (PMS), espiguetas estéreis por panícula (EP), altura de planta (AP) e comprimento de panícula (CP)	

de plantas de arroz no estado de Santa Catarina nas safras 2019/2020 (A) e 2020/2021 (B) .....	85
Tabela 14 - Caracterização fisiológica dos lotes de sementes certificadas com alto e baixo vigor e de sementes salvas de arroz nas safras 2019/2020 e 2020/2021 .....	93
Tabela 15 - Número de sementes por panícula (SP), peso de mil sementes (PMS), espiguetas estéreis por panícula (EP), altura de planta (AP) e comprimento de panícula (CP) de plantas de arroz no estado de Santa Catarina nas safras 2019/2020 (A) e 2020/2021 (B).....	97

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Abrasem	Associação Brasileira de Sementes e Mudas
Acapasa	Associação Catarinense dos produtores de Sementes de Arroz Irrigado
AP	Altura de planta
APX	Ascorbato peroxidase
AV	Sementes certificadas com alto vigor
BHT	Hidroxitolueno butilado
BOD	Biochemical oxygen demand
BV	Sementes certificadas com baixo vigor
CAT	Catalase
CAV	Centro de Ciências Agroveterinárias.
CE	Condutividade elétrica
CL	Clearfield
Conab	Companhia nacional de abastecimento
CP	Comprimento de plântula
CPA	Comprimento de parte aérea
CRA	Comprimento de raiz
CV	Coefficiente de variação
EA	Envelhecimento acelerado
EDTA	Etilenodiamina tetraacético
EM	Emergência de plântulas
Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EP	Espiguetas estéreis por panícula
Epagri	Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina
ERRO	Espécies reativas de oxigênio
G	Germinação
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Peróxido de hidrogênio
HO <sup>-</sup>	Radical hidroxila
ISTA	International Seed Testing Association
LAS	Laboratório de Análise de Sementes.
Mapa	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MDA	Malondialdeído

Mm	Milimolar
mM	Milimolar
MS	Massa seca de plântula
NBT	Cloreto de tetrazólio nitroblue
nm	Manômetro
NP	Número de panículas
ns	Não significativo
O <sup>2-</sup>	Superóxido
PCG	Primeira contagem no teste de germinação
PF	Perfilho por planta
PLS	Análise de regressão dos quadrados mínimos parciais
PMS	Peso de mil sementes
POD	Peroxidase
PROD	Produtividade
PVPP	Polivinilpolipirrolidona
RAS	Regras para Análise de Sementes
SC	Santa Catarina
SOD	Superóxido dismutase
Sosbai	Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado
SP	Sementes por panícula
SS	Sementes salvas
t	Tonelada (s)
TBA	Ácido tiobarbitúrico
TCA	Ácido tricloroacético
TF	Vigor pelo teste de frio
TMR	Taxa de mobilização de reservas
UBS	Unidade de beneficiamento de sementes
UDESC	Universidade do Estado de Santa Catarina
μl	Microlitro (s)
μmol	Micromol (s)
μS cm <sup>-1</sup> g <sup>-1</sup>	Microsiemens por centímetro por grama

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>23</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>27</b>
2.1	A CULTURA DO ARROZ E A SUA IMPORTÂNCIA SOCIOECONÔMICA .....	27
2.2	QUALIDADE DE SEMENTES .....	28
2.2.1	Sementes salvas de arroz.....	29
2.2.2	Vigor de sementes de arroz.....	30
2.2.3	Uso do vigor como estratégia para o ajuste da densidade de semeadura.....	31
2.2.4	Relação do vigor e do sistema antioxidante de sementes na tolerância ao frio.....	34
<b>3</b>	<b>O ALTO VIGOR DAS SEMENTES DE ARROZ CONTRIBUI POSITIVAMENTE PARA O DESEMPENHO DAS PLÂNTULAS SOB ESTRESSE POR FRIO.....</b>	<b>37</b>
3.1	RESUMO .....	37
3.2	INTRODUÇÃO.....	38
3.3	MATERIAL E MÉTODOS.....	39
3.4	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	41
3.5	CONCLUSÃO.....	53
<b>4</b>	<b>ACÚMULO DE PROLINA E ATIVIDADE DO SISTEMA ANTIOXIDANTE DE SEMENTES COM ALTO VIGOR DE ARROZ APÓS ESTRESSE POR FRIO ..</b>	<b>55</b>
4.1	RESUMO .....	55
4.2	INTRODUÇÃO.....	55
4.3	MATERIAL E MÉTODOS.....	57
4.4	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	59
4.5	CONCLUSÃO.....	65
<b>5</b>	<b>SOWING DENSITY ADJUSTMENT BY RICE SEED VIGOR .....</b>	<b>67</b>
5.1	RESUMO .....	67
5.2	INTRODUCTION.....	68
5.3	MATERIAL AND METHODS.....	69
5.4	RESULTS AND DISCUSSION.....	72
5.5	CONCLUSION .....	78
<b>6</b>	<b>CONTRIBUIÇÃO DE SEMENTES COM ALTO VIGOR PARA ELEVADAS PRODUTIVIDADES NA CULTURA DO ARROZ.....</b>	<b>79</b>
6.1	RESUMO .....	79

6.2	INTRODUÇÃO.....	79
6.3	MATERIAL E MÉTODOS.....	81
6.4	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	83
6.5	CONCLUSÃO.....	88
<b>7</b>	<b>DESEMPENHO AGRONÔMICO DE PLANTAS DE ARROZ ORIUNDAS DE SEMENTES CERTIFICADAS E SALVAS .....</b>	<b>89</b>
7.1	RESUMO .....	89
7.2	INTRODUÇÃO.....	89
7.3	MATERIAL E MÉTODOS.....	91
7.4	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	93
7.5	CONCLUSÃO.....	98
<b>8</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>99</b>
<b>9</b>	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>101</b>

## 9 REFERÊNCIAS

- ABATI, J. *et al.* Seed vigor and amount of soybean straw on seedling emergence and productive performance of wheat. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 38, n. 4, p. 2179-2185, 2017a. DOI: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2017v38n4p2179>.
- ABATI, J. *et al.* Seedling emergence and yield performance of wheat cultivars depending on seed vigor and sowing density. **Journal of Seed Science**, v. 39, n. 1, p. 058-065, 2017b. DOI: <https://doi.org/10.1590/2317-1545v39n1171002>.
- ABATI, J. *et al.* Growth and yield of wheat in response to seed vigor and sowing densities. **Revista Caatinga**, v. 31, n. 4, p. 891-899, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-21252018v31n411rc>.
- ABRASEM, Associação Brasileira de Sementes e Mudanças. **Taxa de utilização de sementes**, 2021. Disponível em: <http://www.abrasem.com.br/estatisticas/#>.
- ADB alimentos. **Importância econômica, agrícola e alimentar do arroz**, 2019. Disponível em: <http://www.adbalimentos.com.br/importancia-e-economica-agricola-e-alimentar-do-arroz/>.
- AEBI, H. [13] Catalase in vitro. *In: Methods in enzymology*. 105. ed. Academic press, 1984. p. 121-126.
- ALI, A. S.; ELOZEIRI, A. A. Metabolic processes during seed germination. *In: JIMENEZ-LOPEZ, J. C. Advances in Seed Biology*. Croatia: IntechOpen, 2017. p. 141-166.
- ALVARENGA, C. B.; SOBRINHO, J. S.; SANTOS, E. M. Comportamento de cultivares de trigo em diferentes densidades de semeadura sob irrigação indicadas para a região do Brasil Central. **Bioscience Journal**, v. 25, n. 5, p. 98-107, 2009.
- AMOR, N. B. *et al.* Physiological and antioxidant responses of the perennial halophyte *Cri-thmum maritimum* to salinity. **Plant Science**, v. 168, n. 4, p. 889-899, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2004.11.002>.
- ANDRADE, G. C.; COELHO, C. M. M.; PADILHA, M. S. Seed reserves reduction rate and reserves mobilization to the seedling explain the vigour of maize seeds. **Journal of Seed Science**, v. 41, n. 4, p. 488-497, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/2317-1545v41n4227354>.
- AOSA. Association Official Seed Analysts. **Seed vigor testing handbook**. 32. ed. East Lansing: AOSA, 1983.
- ARENHARDT, L. G. **Ácido giberélico associado ao tratamento fitossanitário no uso imediato e armazenado sobre a qualidade de sementes e desenvolvimento inicial de arroz**. 2021. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2021.
- ATLAS BIG. Os principais países produtores de arroz do mundo, 2022. Disponível em: <https://www.atlasbig.com/pt-br/paises-por-producao-de-arroz>.

BAGATELI, J. R. *et al.* Vigor de sementes e densidade populacional: reflexos na morfologia de plantas e produtividade da soja. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 6, p. 38686-38718, 2020. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv6n6-422>.

BAJWA, V. S. *et al.* Role of melatonin in alleviating cold stress in *Arabidopsis thaliana*. **Journal of Pineal Research**, v. 3, n. 56, p. 238-245, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1111/jpi.12115>.

BALESTRI, M.; BOTTEGA, S.; SPANÒ, C. Response of *Pteris vittata* to different cadmium treatments. **Acta Physiologiae Plantarum**, v. 36, p. 767-775, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11738-013-1454-z>.

BARBIERI, A. P. P. *et al.* Redução populacional de trigo no rendimento e na qualidade fisiológica das sementes. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 4, p. 724-731, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1806-66902013000400008>.

BARBOSA, M. R. *et al.* Geração e desintoxicação enzimática de espécies reativas de oxigênio em plantas. **Ciência Rural**, v. 44, n. 3, p. 453-460, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782014000300011>.

BATES, L. S.; WALDREN, R. P.; TEARE, I. D. Rapid determination of free proline for water-stress studies. **Plant Soil**, n. 39, p. 205-207, 1973. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00018060>.

BELLÉ, C. *et al.* Qualidade fisiológica e sanitária de sementes salvas de soja da região Norte do Rio Grande do Sul. **Agrarian**, v. 9, n. 31, p. 1-10, 2016. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/agrarian/article/view/3520>.

BEVILACQUA, C. B. *et al.* Gene expression analysis in weedy and cultivated indica rice in response to cold treatment. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 8, 2013, Santa Maria, RS. **Anais [...]**, Santa Maria, RS: Pallotti, 2013.

BEN AMOR, N.; BEN HAMED, K.; DEBEZA, A.; GRIGNONB, C.; ABDELLEY, C. Physiological and antioxidant responses of the perennial *halophyte* *Crithmum maritimum* to salinity. **Plant Science**, v.168, p.889-899, 2005.

BRADFORD, M. M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Analytical biochemistry**, v. 72, n. 1, p. 248-254, 1976. DOI: <https://doi.org/10.1006/abio.1976.9999>.

BRASIL. Instrução normativa N° 45 de 17 de setembro de 2013. Padrões para a Produção e a Comercialização de Sementes. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF: Presidência da República, 2013.

BRASIL. Lei n. 10.711, de 5 de agosto de 2003. Sistema Nacional de Sementes e Mudas. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF: Presidência da República, 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: ACS, 2009.



- CANTARELI, L. D. *et al.* Variabilidade de plantas de soja originadas de sementes de diferentes níveis de qualidade fisiológica. **Acta Agronômica**, v. 64, n. 3, p. 234-238, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.15446/acag.v64n3.45511>.
- CAO, Y. Y. *et al.* Exogenous sucrose influences antioxidant enzyme activities and reduces lipid peroxidation in water-stressed cucumber leaves. **Biologia Plantarum**, v. 59, n. 1, p. 147–153, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10535-014-0469-7>.
- CARDOSO, C. P. *et al.* Effect of seed vigor and sowing densities on the yield and physiological potential of wheat seeds. **Journal of Seed Science**, v. 43, p.01-11, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/2317-1545v43241586>.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012.
- CAVERZAN, A. *et al.* Plant responses to stresses: role of ascorbate peroxidase in the antioxidant protection. **Genetics and Molecular Biology**, v. 35, p. 1011-1019, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-47572012000600016>.
- CHANG, M. *et al.* Effects of cold stress on alterations of physiochemical and chemical properties of rice polysaccharides. **Carbohydrate Polymers**, v. 80, n. 2, p. 373-376, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2009.11.035>.
- CHEN, Y. E. *et al.* Effect of Salicylic acid on the antioxidant system and photosystem II in wheat seedlings. **Biologia Plantarum**. v. 60, n. 1, p. 139 -147, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10535-015-0564-4>.
- CHENG, J. *et al.* Physiological characteristics of seed reserve utilization during the early seedling growth in rice. **Brazilian Journal of Botany**, v. 38, n. 4, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40415-015-0190-6>
- CHHETRI, S. **Identification of accelerating ageing condition for seed vigor test in rice (*Oryza sativa* L.)**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Produção Vegetal) - Universidade de Tecnologia de Suranare, 2009.131 p.
- CICERO, S. M.; VIERA, R. D. Testes de frio. *In*: KRZYZANOWSKI, F. C. *et al.* **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 2020. p. 277-316.
- COELHO, C. M. M. *et al.* Características morfo-agronômicas de cultivares crioulas de feijão comum em dois anos de cultivo. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 1, p. 1177- 1186, 2010. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/4457/445744099007.pdf>.
- COÊLHO, J. D. **Arroz: Produção e Mercado**. 156. ed. Fortaleza: Banco do Nordeste, 2021.
- CONAB. Companhia Nacional De Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos safra 2019/2020**. Brasília: CONAB, v. 7, n. 12, 2020.
- CONAB. Companhia Nacional De Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos safra 2020/2021**. Brasília: CONAB, v. 8, n.10, 2021.

CONAB. Companhia Nacional De Abastecimento. **Série histórica 2002-2022 Arroz Brasil**. Brasília: CONAB, 2022. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras/itemlist/category/900-arroz>.

CONAB. Companhia Nacional De Abastecimento. **Série histórica 1976-2023 Arroz Brasil**. Brasília: CONAB, 2023. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras/itemlist/category/900-arroz>

CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Áustria, 2021.

COSTA, C. J. *et al.* The importance of physiological quality of seeds for agriculture. **Colloquium Agrariae**, v. 17, n. 4, p. 102-119, 2021. DOI: <https://revistas.unoeste.br/index.php/ca/article/view/4078>.

COSTA, D. S.; NOVENBRE, A. D. L. C. Análise multivariada para expressão de resultados de potencial fisiológico de sementes de arroz. **Agrarian**, v. 12, n. 45, p. 418-424, 2019. DOI: <https://doi.org/10.30612/agrarian.v12i45.7194>.

COUNCE, P. A.; KEISLING, T. C.; MITCHELL, A. J. A uniform, objective, and adaptive system for expressing rice development. **Crop Science**, v. 40, n. 2, p. 436-443, 2000. DOI: <https://doi.org/10.2135/cropsci2000.402436x>.

CRUZ, R. P. *et al.* Avoiding damage and achieving cold tolerance in rice plants. **Food and energy security**, v. 2, n. 2, p. 96-119, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1002/fes3.25>.

CUTLER, D. F.; BOTHA, T.; STEVENSON, D. W. **Anatomia vegetal: uma abordagem aplicada**. Porto Alegre: Artmed, 2011.

DELGADO, C. M. L.; COELHO, C. M. M.; BUBA, G. P. Mobilization of reserves and vigor of soybean seeds under desiccation with glufosinate ammonium. **Journal of Seed Science**, v. 37, n. 2, p. 154-161, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/2317-1545v37n2148445>.

EBONE, L. A. *et al.* Soybean seed vigor: uniformity and growth as key factors to improve yield. **Agronomy**, v. 10, n. 4, p. 545, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy10040545>.

EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO. **Dados de conjuntura da produção de arroz (*Oryza sativa* L.) no Brasil (1985-2018): área, produção e rendimento**. Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2019. Disponível em: <http://www.cnpaf.embrapa.br/socioeconomia/index.htm>

EMBRAPA. Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária. **Arroz: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. 2. ed. Brasília: Embrapa, 2013.

EPAGRI CIRAM. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Rural e da Agricultura: **Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina (CIRAM)**. Florianópolis: EPAGRI, 2021.

ERDAL, S. *et al.* Modulation of alternative oxidase to enhance tolerance against cold stress of chickpea by chemical treatments. **Journal of Plant Physiology**, v. 175, p. 95–101, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2014.10.014>.

FAO-AMIS. **Agricultural Market Information System**, 2019. Disponível em: <http://www.amis-outlook.org/index.php?id=40256>.

FINCH-SAVAGE, W. E.; BASSEL, G. W. Seed vigour and crop establishment: extending performance beyond adaptation. **Journal of Experimental Botany**, v. 67, n. 3, p. 567-591, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1093/jxb/erv490>.

FOYER, C. H.; NOCTOR, G. Redox sensing and signalling associated with reactive oxygen in chloroplasts, peroxisomes and mitochondria. **Physiologia plantarum**, v. 119, n. 3, p. 355-364, 2003. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdfdirect/10.1034/j.1399-3054.2003.00223.x>.

FREITAS, G. M. *et al.* Cold tolerance response mechanisms revealed through comparative analysis of gene and protein expression in multiple rice genotypes. **PLoS ONE**, v. 14, n. 6, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0218019>.

GARCIA, J. *et al.* Sowing density adjustment by rice seed vigor. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 46, p. 01-09, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/1413-7054202246008822>.

GARCIA, J.; COELHO, C. M. M. Accelerated aging predicts the emergence of rice seedlings in the field. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 42, n. 3, p. 1397-1410, 2021.

GARCIA, J.; COELHO, C. M. M.; CARLESSO, C. Uso de sementes de arroz com alto vigor: um investimento que vale a pena! *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 21, 2022, Curitiba. **Anais [...]**. Curitiba: PR, 2022. [S. l].

GHADERIAN, S. M. *et al.* Effects of Ni on superoxide dismutase and glutathione reductase activities and thiol groups: a comparative study between *Alyssum hyperaccumulador* and non-accumulator species. **Australian Journal of Botany**, v. 63, n. 2, p. 65–71, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1071/BT14282>.

GROHS, M. *et al.* Physiological potential of *Oryza sativa* seeds treated with growth regulators at low temperatures. **Revista Ciência Agronômica**, v. 48, n. 3, p. 473-479, 2017. DOI: <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20170055>.

HAYAT, S. *et al.* Role of proline under changing environments: a review. **Plant signaling & behavior**, v. 7, n. 11, p. 1456-1466, 2012. DOI: <https://doi.org/10.4161/psb.21949>.

HENNING, F. A. *et al.* **Vigor de semente e densidade de semeadura na cultura do trigo em diferentes ambientes de produção do paraná.** 1. ed. Londrina: Embrapa Soja, 2019.

HODGES, D. M. *et al.* Improving the thiobarbituric acid-reactive-substances assay for estimating lipid peroxidation in plant tissues containing anthocyanin and other interfering compounds. **Planta**, v. 207, p. 604-611, 1999. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s004250050524>.

HOFES, A. *et al.* Efeito da qualidade fisiológica das sementes e da densidade de semeadura sobre o rendimento de gr os e qualidade industrial em arroz. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 26, n. 2, p. 54-62, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-31222004000200008>.

HU, Z. R. *et al.* Comparative photosynthetic and metabolic analyses reveal mechanism of improved cold stress tolerance in bermudagrass by exogenous melatonin. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 100, p. 94-104, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2016.01.008>.

HUSSAIN, S. *et al.* Seed priming alters the production and detoxification of reactive oxygen intermediates in rice seedlings grown under sub-optimal temperature and nutrient supply. **Frontiers in Plant Science**, v. 7, n. 439, p. 1-13, 2016.

ISTA. International Seed Testing Association. **Seed Vigour Testing**. International Rules for Seed Testing, Zurich, Switzerland, 2014.

JIANG, Z. F. *et al.* Concentration difference of auxin involved in stem development in soybean. **Journal of Integrative Agriculture**, v. 19, n. 4, p. 953-964, 2020. DOI: [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(19\)62676-6](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(19)62676-6).

KABAKI, N.; TAJIMA, K. Effect of chilling on the water balance of rice seedlings. **Japanese journal of Crop Science**, v. 50, n. 4, p. 489-494, 1981. DOI: <https://doi.org/10.1626/jcs.50.489>.

KANDPAL, R. P.; RAO, N. A. Alterations in the biosynthesis of proteins and nucleic acids in finger millet (*Eleusine coracana*) seedlings during water stress and the effect of proline on protein biosynthesis. **Plant Science**, v. 40, n. 2, p. 73-79, 1985. DOI: [https://doi.org/10.1016/0168-9452\(85\)90044-5](https://doi.org/10.1016/0168-9452(85)90044-5).

KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan S.A., 2019.

KIM, S.; KIM, D.; TAI, T. H. Evaluation of Rice Seedling Tolerance to Constant and Intermittent Low Temperature Stress. **Rice Science**, v. 19, n. 4, p. 295-308, 2012. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1672-6308\(12\)60054-7](https://doi.org/10.1016/S1672-6308(12)60054-7).

KIM, S-I.; TAI, T. H. Evaluation of seedling cold tolerance in rice cultivars: a comparison of visual ratings and quantitative indicators of physiological changes. **Euphytica**, v. 178, n. 3, p. 437- 447, 2011. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10681-010-0343-4>.

KOCH, F. *et al.* Performance of wheat varieties grown from seeds with different vigor levels. **Revista Ceres**, v. 69, n. 1, p. 113-120, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/0034-737X202269010014>.

KRENSKI, A. **Efeito da interação genótipo x ambiente na qualidade fisiológica de sementes de soja (*Glycine max* (L) Merrill)**. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Ciência e Tecnologia de Sementes) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2005. Disponível em: <http://guaiaca.ufpel.edu.br:8080/handle/123456789/1400>.

KRZYZANOWSKI, F. C. *et al.* Testes de vigor baseados em desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F. C. *et al.* **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 2020. p.79-140.

KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J. B.; HENNING, A. A. **A alta qualidade da semente de soja: fator importante para a produção da cultura**. Londrina: EMBRAPA SOJA, Circular Técnica, 2018.

KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. de B.; Henning, A. A. **A alta qualidade da semente de soja: fator importante para a produção da cultura**. EMBRAPA Soja. Circular Técnica, Londrina: EMBRAPA Soja, n. 136, 2018.

LEE, D. G. *et al.* Chilling stress-induced proteomic changes in rice roots. **Journal of plant physiology**, v. 166, n. 1, p. 1-11, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2008.02.001>.

LI, X. *et al.* Induction of chilling tolerance in wheat during germination by pre-soaking seed with nitric oxide and gibberellin. **Plant Growth Regulation**, v. 71, p. 31-40, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10725-013-9805-8>.

LIANG, G. U. O.; ZHANG, Z.; ZHUANG, J. Quantitative trait loci for heading date and their relationship with genetic control of yield traits in rice (*Oryza sativa*). **Rice Science**, v. 20, n. 1, p. 1-12, 2013. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1672-6308\(13\)60101-8](https://doi.org/10.1016/S1672-6308(13)60101-8).

MAHENDER, A.; ANANDAN, A.; PRADHAN, S. K. Early seedling vigour, an imperative trait for direct-seeded rice: an overview on physio-morphological parameters and molecular markers. **Planta**, v. 241, p. 1027-1050, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00425-015-2273-9>.

MANIVANNAN, P.; RAJASEKAR, G. A. M.; SOMASUNDARAM, R. Analysis of antioxidant enzyme activity in various genotypes of *Helianthus annuus* L. (sunflower) under varied irrigation regimes. **Food Biology**, v. 3, p. 1-10, 2014.

MARCOS-FILHO, J. Importância do potencial fisiológico da semente de soja. **Informativo ABRATES**, v. 23, n. 1, p. 46, 2013.

MARCOS-FILHO, J. Seed vigor testing: an overview of the past, present and future perspective. **Scientia Agricola**, v. 72, n. 4, p. 363-374, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-9016-2015-0007>.

MARCOS-FILHO, J. Testes de envelhecimento acelerado. *In*: KRZYZANOWSKI, F. C. *et al.* **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, p. 185-246, 2020.

MARINHO, J. *et al.* Wheat yield and seed physiological quality affected by initial seed vigor, sowing density, and environmental conditions. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 42, n. 3, p. 1595-1614, 2021. DOI: <https://doi.org/10.5433/16790359.2021v42n3Sup1p1595>.

MELO, D. *et al.* Qualidade de sementes de soja convencional e Roundup Ready (RR), produzida para consumo próprio e comercial. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 39, n. 2, p. 300-309, 2016. DOI: <https://doi.org/10.19084/RCA15072>.

MELO, P. T. B. S. *et al.* Comportamento individual de plantas originadas de sementes com diferentes níveis de qualidade fisiológica em populações de arroz irrigado. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 2, p. 84-94, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-31222006000200011>.

MERTZ, L. M. *et al.* Alterações fisiológicas em sementes de arroz expostas ao frio na fase de germinação. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 2, p. 262-270, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-31222009000200031>.

MIELEZRSKI, F. *et al.* Desempenho em campo de plantas isoladas de arroz híbrido em função da qualidade fisiológica das sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 3, p. 139-144, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-31222008000300018>.

MITTLER, R. ROS are good. **Trends in plant science**, v. 22, n. 1, p. 11-19, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2016.08.002>.

MØLLER, I. M.; JENSEN, P. E.; HANSSON, A. Oxidative modifications to cellular components in plants. **Annu. Rev. Plant Biol.**, v. 58, p. 459-481, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.58.032806.103946>.

MONDO, V. H. V. *et al.* Seed vigor and initial growth of corn crop. **Journal of Seed Science**, v. 35, n. 1, p. 64-69, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/jss/a/g8ttVRLG87WLgGqCRZZTs9x/abstract/?lang=en>.

MORAIS, T. C. *et al.* Physiological and antioxidant changes in sunflower seeds under water restriction. **Journal of Seed Science**, v. 42, 2020. DOI: <http://doi.org/10.1590/2317-1545v42225777>.

MORSY, M. R. *et al.* Alteration of oxidative and carbohydrate metabolism under abiotic stress in two rice (*Oryza sativa* L.) genotypes contrasting in chilling tolerance. **Journal of Plant Physiology**, v. 164, n. 2, p. 157- 167, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2005.12.004>.

MUNIZZI, A. *et al.* Qualidade de sementes de quatro cultivares de soja, colhidas em dois locais no estado de Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 1, p. 176-185, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-31222010000100020>.

NAGAO, M. *et al.* Rapid degradation of starch in chloroplasts and concomitant accumulation of soluble sugars associated with ABA-induced freezing tolerance in the moss *Physcomitrella patens*. **Journal of Plant Physiology**, v. 162, n. 2, p.169–180, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2004.06.012>.

NAHAR, K *et al.* Roles of exogenous glutathione in antioxidant defense system and methylglyoxal detoxification during salt stress in mung bean. **Biologia Plantarum**, v. 59, p. 745-756, 2015.

NAKANO, Y.; ASADA, K. Hydrogen peroxide is scavenged by ascorbate-specific peroxidase in spinach chloroplasts. **Plant and cell physiology**, v. 22, n. 5, p. 867-880, 1981. DOI: <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.pcp.a076232>.

NALIWAJSKI, M.; SKŁODOWSKA, M. The relationship between the antioxidant system and proline metabolism in the leaves of cucumber plants acclimated to salt stress. **Cells**, v. 10, n. 3, p. 609, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/cells10030609>.

PADILHA, M. S.; COELHO, C. M. M.; ANDRADE, G. C. Seed reserve mobilization evaluation for selection of high-vigor common bean cultivars. **Revista Caatinga**, v. 33, n. 4, p. 927-935, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-21252020v33n407rc>.

PAMPLONA, R. Advanced lipoxidation end-products. **Chemico-biological interactions**, v. 192, n. 1-2, p. 14-20, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cbi.2011.01.007>.

PEREIRA, Y. W. *et al.* Germinação e vigor de plântulas de soja obtidas por sementes salvas e certificadas. **Circular Técnica do Mestrado Profissional em Desenvolvimento Rural**, v. 3, n.1, 2021.

RAMPIM, L. *et al.* Qualidade Fisiológica e Sanitária de Sementes de Soja Comercial e Salva. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 15, p. 476-486, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.18188/1983-1471/sap.v15n4p476-486>.

ROSSI, R. F.; CAVARIANI, C.; FRANÇA-NETO, J. B. Vigor de sementes, população de plantas e desempenho agrônômico de soja. **Revista de Ciências Agrárias - Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 60, n. 3, p. 215-222, 2017.

SAHU, A. K. *et al.* Active oxygen species metabolism in neem (*Azadirachta indica*) seeds exposed to natural ageing and controlled deterioration. **Acta Physiologiae Plantarum**, v. 39, n. 197, p. 1-12, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11738-017-2494-6>.

SATO, L. K.; REIS, J. G. M. dos. Estudo da produção de arroz brasileira e o papel do estado Mato Grosso do Sul. **Agrarian**, v. 13, n. 50, p. 548-555, 2020. DOI: <https://doi.org/10.30612/agrarian.v13i50.9212>.

SBRUSSI, C. A. G.; ZUCARELI, C. Germinação de sementes de milho com diferentes níveis de vigor em resposta à diferentes temperaturas. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 1, p. 215-226, 2014. DOI: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2014v35n1p215>.

SCHUCH, L. O. B. *et al.* Emergência no campo e crescimento inicial de aveia preta em resposta ao vigor das sementes. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 6, n. 2, p. 97-101, 2000. Disponível em: <https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/CAST/article/view/326>.

SERKEDJIEVA, J. Antioxidant effects of plant polyphenols: a case study of a polyphenol-rich extract from *Geranium sanguineum* L. In: GUPTA, S.D. Reactive oxygen species and antioxidants in higher plants. Enfield: **Science Publishers**, 2011, p. 275-293.

SHAH, K.; DUBEY, R. Effect of cadmium on proline accumulation and ribonuclease activity in rice seedlings: role of proline as a possible enzyme protectant. **Biologia Plantarum**, v. 40, n. 1, p. 121-130, 1997. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1000956803911>.

SHANG, S. *et al.* An advance in proline ligation. **Journal of the American Chemical Society**, v. 133, n. 28, p. 10784-10786, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1021/ja204277b>.

SHAO H. B. *et al.* Understanding molecular mechanism of higher plant plasticity under abiotic stress. **Colloids Surf B: Biointerfaces**, v. 54, n. 1, p. 37- 45, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2006.07.002>.

SILVA, D. H. R. *et al.* População de plantas e desempenho produtivo de híbridos de milho oriundos de sementes com diferentes níveis de vigor. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 11, n. 2, p. 1-4, 2016a. DOI: <http://dx.doi.org/10.18378/rvads.v11i2.4173>.

SILVA, F. H. A. *et al.* Qualidade sanitária de sementes salvas de feijão-caupi utilizadas pelos agricultores do Rio Grande Norte. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 59, n. 1, p. 60-65, 2016b. DOI: <http://dx.doi.org/10.4322/rca.2001>.

SILVA, F. H. A. *et al.* Physical and physiological attributes of saved cowpea seeds used in the brazilian semi-arid region. **Revista Caatinga**, v. 32, n. 1, p. 113-120, 2019.

SYNGENTA DIGITAL. 2023. Entenda tudo sobre a semente ideal para sua lavoura. Disponível em: <https://blog.syngentadigital.ag/a-semente-ideal-para-sua-lavoura/#:~:text=A%20aquisi%C3%A7%C3%A3o%20da%20semente&text=Apesar%20dessa%20import%C3%A2ncia%2C%20a%20participa%C3%A7%C3%A3o,soja%20e%2011%25%20para%20trigo>.

SZARESKI, V. J *et al.* Multivariate index of soybean seed vigor: A new biometric approach applied to the effects of genotypes and environments. **Journal of Seed Science**, v. 40, n. 4, p. 396-406, 2018.

SINGH, R. P.; PRASAD, P. V. V.; REDDY, K. R. Impacts of changing climate and climate variability on seed production and seed industry. **Advances in Agronomy**, v. 118, p. 49-110, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-405942-9.00002-5>.

SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO [SOSBAI]. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Gramado: SOSBAI, 2018.

STRUKER, S. *et al.* Influence of seeds vigor in the attributes of soybean yield. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 42, n. 3, p. 698-703, 2019. DOI: <https://doi.org/10.19084/rca.16389>.

SUN, Y. I.; OBERLEY, L. W.; LI, Y. A simple method for clinical assay of superoxide dismutase. **Clinical chemistry**, v. 34, n. 3, p. 497-500, 1988. DOI: <https://doi.org/10.1093/clinchem/34.3.497>.

SUN, Y. *et al.* Effects of Seed Priming on Germination and Seedling Growth Under Water Stress in Rice. **Acta Agronomica Sinica**, v. 36, n. 11, p. 1931-1940, 2010. [https://doi.org/10.1016/S1875-2780\(09\)60085-7](https://doi.org/10.1016/S1875-2780(09)60085-7).

TAIZ, L. *et al.* **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: ArtMed. 2017.



TAVARES, L. C. V. *et al.* Genótipos de trigo em diferentes densidades de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 44, n. 2, p. 166-174, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1983-40632014000200010>.

TEIXEIRA, S. B. *et al.* Application of vigor indexes to evaluate the cold tolerance in rice seeds germination conditioned in plant extract. **Scientific Reports**, v. 11, n. 1, p.11038, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-90487-x>.

TERNUS, R. M. **Taxa de utilização e critérios de escolha de sementes de soja no Estado de Santa Catarina**. 2013. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2013. Disponível em: <http://www.repositorio.ufpel.edu.br/handle/123456789/1415>.

TONELLO, E. S. **Desempenho agrônômico e incidência de doenças em cultivares de soja provenientes de sementes salvas e certificadas**. 2017. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Agronomia) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Erechim, 2017. Disponível em: <https://rd.uffs.edu.br/handle/prefix/835>.

TOZZO, G. A.; PESKE, S. T. Morphological characterization of fruits, seeds and seedlings of *pseudima frutescens* (aubl.) radlk. (sapindaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 2, p. 12-18, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-31222008000200002>.

VALÉRIO, I. P. *et al.* Seeding density in wheat: the more, the merrier? **Scientia Agricola**, v. 70, n. 3, p. 176-184, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-90162013000300006>.

VEDOVATTO, E. H. **Desempenho agrônômico e sanitário de sementes salvas e certificadas de feijão preto, CV. IPR Urutau**. 2022. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em Agronomia) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Erechim, 2022. Disponível em: <https://rd.uffs.edu.br/handle/prefix/5810>.

VERBRUGGEN, N.; HERMANS, C. Proline accumulation in plants: a review. **Amino Acids**, v. 35, p. 753-759, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00726-008-0061-6>.

VIEIRA, R. D.; MARCOS-FILHO, J. Testes de condutividade elétrica. *In*: KRZYZANOWSKI, F. C. *et al.* **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 2020. p.1-26.

WALTER, M.; MARCHEZAN, E.; AVILA, L. A. Arroz: composição e características nutricionais. **Ciência rural**, v. 38, n. 4, p. 1184-1192, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782008000400049>.

WANG, W. *et al.* Pre-sowing seed treatments in direct-seeded early rice: consequences for emergence, seedling growth and associated metabolic events under chilling stress. **Scientific Reports**, v. 6, n. 1, p. 19637, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1038/srep19637>.

WANG, W. Q.; LIU, S. J.; SONG, S. Q.; MØLLER, I. M. Proteomics of seed development, desiccation tolerance, germination and vigor. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 86, p. 1-15, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2014.11.003>.

XAVIER, F. M.; ARENHARDT, L. G.; MENEGHELLO, G. E. Vigor de sementes no desempenho agronômico da cultura do arroz. **SEEDnews**, n. 5, p. 16-19, 2020.

XIAO, N. *et al.* Fine mapping of qRC10-2, a quantitative trait locus for cold tolerance of rice roots at seedling and mature stages. **PLoS ONE**, v. 9, n. 5, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0096046>.

YE, H. *et al.* Identification and expression profiling analysis of TIFY family genes involved in stress and phytohormone responses in rice. **Plant molecular biology**, v. 71, p. 291-305, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11103-009-9524-8>.

YOSHIDA, S. **Fundamentals of Rice Crop Science**. International Rice Research Institute, Los Banos, Laguna, 1981.

YUANYUAN, M.; YALI Z.; JIANG L.; HONGBO S. Roles of plant soluble sugars and their responses to plant cold stress. **African Journal of Biotechnology**, v. 8, n. 10, p. 2004 - 2010, 2010.

ZHANG, Q. *et al.* Rice and cold stress: methods for its evaluation and summary of cold tolerance-related quantitative trait loci. **Rice**, v. 7, n. 1, p. 1-12, 2014a. Disponível em: <http://www.theicejournal.com/content/7/1/24>.

ZHANG, S. *et al.* Identification of QTLs for cold tolerance at seedling stage in rice (*Oryza sativa* L.) using two distinct methods of cold treatment. **Euphytica**, v. 195, n. 1, p. 95-104, 2014b. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10681-013-0977-0>.

ZHAO, Z. *et al.* Modelling impact of early vigour on wheat yield in dryland regions. *Journal of experimental botany*, v. 70, n. 9, p. 2535-2548, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1093/jxb/erz069>.

ZOUARI, M. *et al.* Impact of proline application on cadmium accumulation, mineral nutrition and enzymatic antioxidant defense system of *Olea europaea* L. cv *Chemlali* exposed to cadmium stress. **Ecotoxicology and environmental safety**, v. 128, p. 195-205, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2016.02.024>.

ŻRÓBEK-SOKOLNIK A. Temperature stress and responses of plants. *In*: AHMAD, P.; PRASAD, M. N. V. **Environmental adaptations and stress tolerance of plants in the era of climate change**. New York, NY: Springer New York. 2012.

ZUCARELI, C. *et al.* Métodos e temperaturas de hidratação na qualidade fisiológica de sementes de milho. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 3, p. 684-692, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1806-66902011000300015>.

ZUO, S. *et al.* Exogenous proline alleviated low temperature stress in maize embryos by optimizing seed germination, inner proline metabolism, respiratory metabolism and a hormone regulation mechanism. **Agriculture**, v. 12, n. 4, p. 548, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture12040548>.