

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes

Dissertação



**Tipificação da qualidade de sementes de cevada produzidas em ambientes
ecofisiológicos do Rio Grande Do Sul**

Ariele Paula Nadal

Pelotas, 2023

Ariele Paula Nadal

**Tipificação da qualidade de sementes de cevada produzidas em ambientes
ecofisiológicos do Rio Grande Do Sul**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Tiago Zanatta Aumonde

Co-Orientador (es): Prof. Dr. Tiago Pedó
Prof. Dr^a. Emanuela Garbin Martinazzo

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

N127t Nadal, Ariele Paula

Tipificação da qualidade de sementes de cevada produzidas em ambientes ecofisiológicos do Rio Grande do Sul / Ariele Paula Nadal ; Tiago Zanatta Aumonde, orientador ; Tiago Pedó, Emanuela Garbin Martinazzo, coorientadores. – Pelotas, 2023.

96 f. : il.

Dissertação (Mestrado) – Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2023.

1. *Hordeum vulgare*. 2. Qualidade. 3. Ambientes ecofisiológicos. 4. Malte. I. Aumonde, Tiago Zanatta, orient. II. Pedó, Tiago, coorient. III. Martinazzo, Emanuela Garbin, coorient. IV. Título.

CDD : 633.168

Ariele Paula Nadal

**Tipificação da qualidade de sementes de cevada produzidas em ambientes
ecofisiológicos do Rio Grande Do Sul**

**Dissertação apresentada, como requisito parcial, para obtenção do grau de
Mestre em Ciências, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de
Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de
Pelotas.**

Data da Defesa: 31/07/2023

Banca examinadora:

.....
Prof. Dr. Tiago Zanatta Aumonde (Orientador)
Doutor em Ciência pela Universidade Federal de Pelotas – FAEM / UFPEL

.....
Prof. Dr. Tiago Pedó
Doutor em Ciência pela Universidade Federal de Pelotas – FAEM / UFPEL

.....
Profa. Dra. Lilian Vanussa Madruga de Tunes
Doutora em Agronomia pela Universidade Federal de Santa Maria / UFSM

.....
Dr^a. Angelita Celente Martins
Doutora em Fisiologia Vegetal pela Universidade Federal de Pelotas – UFPEL

Lista de Figuras

Figura 1. Mapa de localização dos municípios de origem das sementes.	31
Figura 2. Diferença do Teor de água das sementes, das localidades em estudo e das cultivares, safra 2020/2021	33
Figura 3. Massa de mil sementes (g) das localidades em estudo e das cultivares, safra 2020/2021	34
Figura 4. Peso do hectolitro e diferença absoluta entre as amostragens para análise do peso do hectolitro das localidades em estudo e das cultivares, safra 2020/2021.	35
Figura 5. Pureza e impureza das amostras avaliadas das localidades em estudo e das cultivares, safra 2020/2021	36
Figura 6. Número de outras sementes nas amostras avaliadas das localidades em estudo e das cultivares, safra 2020/2021	37
Figura 7. Mapa de localização dos municípios de origem das sementes.	42
Figura 8. Porcentagem de sementes germinadas no teste de primeira contagem de germinação das localidades em estudo e das cultivares, safra 2020/2021	45
Figura 9. Porcentagem de plântulas normais, mortas, anormais e duras obtidas através do teste de segunda contagem de germinação das localidades em estudo e das cultivares, safra 2020/2021.....	46
Figura 10. Comprimento de parte aérea, raiz e total das plântulas obtidas através do teste de segunda contagem de germinação das localidades em estudo e das cultivares, safra 2020/2021	48
Figura 11. Massa seca de parte aérea, raiz e total das plântulas das localidades em estudo e das cultivares, safra 2020/2021	49
Figura 12. Porcentagem de sementes viáveis das localidades em estudo e das cultivares, pelo teste de tetrazólio, safra 2020/2021.....	50
Figura 13. Porcentagem de plântulas normais, mortas, anormais e duras, obtidas após os tempos de 24, 48 e 72 horas do teste de envelhecimento acelerado das localidades em estudo e das cultivares, safra 2020/2021	52
Figura 14. Porcentagem do parâmetro de emergência de plântulas em canteiro das localidades em estudo e das cultivares, safra 2020/2021	54

Figura 15. Comprimento de parte aérea, raiz e total da emergência de plântulas em canteiro das localidades em estudo e das cultivares, safra 2020/2021	55
Figura 16. Massa seca de parte aérea, raiz e total da emergência de plântulas em canteiro das localidades em estudo e das cultivares, safra 2020/2021	55
Figura 17. Área foliar da emergência de plântulas em canteiro após 21 dias das localidades em estudo e das cultivares, safra 2020/2021	57
Figura 18. Clorofilas a e b, mensuradas na emergência de plântulas em canteiro das localidades em estudo e das cultivares, safra 2020/2021	58
Figura 19. Mapa de localização dos municípios de origem das sementes.....	66
Figura 20. Desdobramento dos efeitos simples da interação de peróxido de hidrogênio em plântulas de cevada produzidas em diferentes ambientes, 2022	70
Figura 21. Desdobramento dos efeitos simples da interação de peroxidação em plântulas de cevada produzidas em diferentes ambientes, 2022	71
Figura 22. Desdobramento dos efeitos simples da interação de Ascorbato Peroxidase – APX, Catalase – CAT e Superóxido dismutase - SOD em plântulas de cevada produzidas em diferentes ambientes, Capão do Leão, 2022	73
Figura 23. Desdobramento dos efeitos simples da interação de Açúcares Solúveis Totais em plântulas de cevada produzidas em diferentes ambientes, Capão do Leão, 2022	74
Figura 24. Desdobramento dos efeitos simples da interação de Teor de Clorofila a, b, Total de plântulas de cevada produzidas em diferentes ambientes, Capão do Leão, 2022	76

Aos meus pais e meus irmãos por todo o apoio e sempre torcer pelo meu crescimento pessoal e profissional. Eu amo vocês... DEDICO

Agradecimentos

À Dívida Trindade, pelo direcionamento concedido durante a minha caminhada, pela saúde e por jamais perder a fé e a esperança.

Aos meus pais Rozane e Leonir, pelo apoio, exemplo e amor que tens por nós.

À minha irmã Michele, meu irmão Michel e ao José Henrique Nunes Flores que sempre estiveram e estarão ao meu lado torcendo pelo meu sucesso, me auxiliando, me incentivando e dando suporte, sou muito grata por tudo.

Ao meu companheiro e amigo Jussan Alex Muller, que está presente em todos os momentos sempre em torcida. Obrigada por todos os momentos, zelo, carinho, amor. Obrigada pelo nosso Alfredo Orelha.

Aos meus amigos que nunca me abandonaram, aos amigos de perto e aos amigos de longe, muito obrigada por todos os momentos, palavras e carinho. Sempre poderão contar comigo.

Um agradecimento especial a você meu amigo, que sempre terá um lugar no meu coração, Henrique Roberto Maldaner (*in memoriam*). *“A todos os momentos que passamos na graduação, meu carinho eterno por ti. Tenho certeza de que sempre está comigo nas viagens que eu faço. Um dia a gente se encontra!”*

A todos que conheci nessas minhas idas e vindas, nas cidades que eu passei, aprendendo, ensinando e crescendo sempre.

Ao meu orientador, professor Dr. Tiago Zanatta Aumonde pela atenção, paciência, amizade e orientação durante esse período. O senhor é exemplo de dedicação, pessoa e profissional. Muito obrigada.

Aos meus coorientadores, professor Dr. Tiago Pedó e professora Dr^a. Emanuela Garbin Martinazzo pelo carinho que tiveram comigo durante esse período.

Aos meus colegas do grupo de pesquisa Henrique, Benhur, Cariane, Jéssica, Vitor, Letícia, Isabela, Angelita e aos estagiários pelas ajudas, meu muito obrigada.

Aos professores, funcionários e colegas de profissão do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes.

À banca examinadora pelas contribuições, disponibilidade e tempo em prol deste trabalho.

À Universidade Federal de Pelotas e a Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel seu corpo docente, direção e administração, que oportunizaram a realização do curso.

“Seja menos curioso sobre as pessoas e mais curioso sobre as ideias”.

(Marie Curie)

Sumário

1	INTRODUÇÃO	14
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1	PRODUÇÃO DE SEMENTE DE CEVADA	16
2.2	QUALIDADE DE SEMENTES	18
2.3	AVALIAÇÃO DO POTENCIAL FÍSICO DE SEMENTES DE CEVADA.....	21
2.4	AVALIAÇÃO DO POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE CEVADA ..	22
2.5	AVALIAÇÃO DO POTENCIAL BIOQUÍMICO DE SEMENTES DE SEMENTE DE CEVADA	24
2.6	AMBIENTES ECOFISIOLÓGICOS NA PRODUÇÃO DE SEMENTE DE CEVADA NO RIO GRANDE DO SUL.....	25
3	CAPÍTULO I.....	28
	CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE FÍSICA DE SEMENTES DE CEVADA PRODUZIDAS EM DIFERENTES AMBIENTES ECOFISIOLÓGICOS	28
3.1	INTRODUÇÃO	28
3.2	MATERIAL E MÉTODOS	30
3.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
4	CAPÍTULO II.....	39
	CARACTERIZAÇÃO FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE CEVADA PRODUZIDAS EM DIFERENTES AMBIENTES ECOFISIOLÓGICOS.....	39
4.1	INTRODUÇÃO	39
4.2	MATERIAL E MÉTODOS	41
4.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
4.4	CONCLUSÃO	61
5	CAPÍTULO III.....	62
	TIPIFICAÇÃO BIOQUÍMICA DO DESEMPENHO DA CEVADA PROVENIENTES DE DIFERENTES AMBIENTES ECOFISIOLÓGICOS	62
5.1	INTRODUÇÃO	62
5.2	MATERIAL E MÉTODOS	65

	<i>xi</i>
5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	70
5.4 CONCLUSÃO	79
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	80
7 REFERÊNCIAS.....	82

Resumo

Nadal, Ariele Paula. **Tipificação da qualidade de sementes de cevada produzidas em ambientes ecofisiológicos do Rio Grande Do Sul**. Orientador: Prof. Dr. Tiago Zanatta Aumonde. 2023. 96f. Dissertação (Mestre em Ciência e Tecnologia de Sementes) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2023.

O presente trabalho tem por objetivo descrever a tipificação da qualidade de sementes de cevada produzidas em ambientes ecofisiológicos do Rio Grande do Sul, baseando-se no estudo desempenho físico, fisiológico e bioquímico de sementes de cevada. Para o estudo, foram utilizadas duas cultivares de sementes produzidas em diferentes localidades do Estado, sendo elas BRS CAUÊ e ABI RUBI e em nove localidades em um delineamento experimental de 2X9X4 (2 cultivares, 9 localidades e 4 repetições), divididos em três estudos. Para a caracterização dos aspectos físicos foram avaliados teor de água, massa de mil sementes, peso hectolitro, pureza e determinação de outras sementes por número em um delineamento de 2X9X5X4 (2 cultivares, 9 localidades, 5 variáveis e 4 repetições por variável). Para a caracterização dos aspectos fisiológicos foram avaliados pelo teste de tetrazólio, primeira contagem de germinação, segunda contagem de germinação, comprimento de plântulas, massa seca de plântulas, envelhecimento acelerado em 24h, 48h e 72 h, emergência em canteiro, comprimento de plântulas e massa seca de plântulas em canteiro, área foliar e determinação de clorofila em um delineamento por 2X9X13X4 (2 cultivares, 9 localidades, 13 variáveis e 4 repetições por variável). Já para a tipificação bioquímica foram avaliados peróxido e peroxidação lipídica, enzimas – Catalase (CAT), superóxido dismutase (SOD) e ascorbató peroxidase (APX), açúcares solúveis totais e clorofila a, b e total em um delineamento de 2X9X5X4 (2 cultivares, 9 localidades, 5 variáveis e 4 repetições por variável). Todos os dados foram analisados estatisticamente pelo teste de Scot-Knott a 5% de probabilidade. A qualidade das sementes de cevada é crucial para o sucesso da cultura. Elas devem apresentar bons resultados de vigor e germinação para um estabelecimento adequado. As análises físicas caracterizam a aparência e a pureza das sementes, bem como o teor de água. Análises fisiológicas indicam que certas localidades são propícias para aumentar a produção de sementes de cevada para malte, com ajustes adequados. Aspectos bioquímicos reforçam esse potencial, permitindo alcançar resultados ótimos. Os resultados encontrados nas análises físicas, fisiológicas e bioquímicas demonstram que as localidades estudadas são propensas a auxiliar no aumento das áreas de produção de sementes para a produção de malte, uma vez que, com ajustes pode-se obter os melhores resultados.

Palavras chave: *Hordeum vulgare*, qualidade, ambientes ecofisiológicos, malte.

Abstract

Nadal, Ariele Paula. **Typing of the quality of barley seeds produced in eco-physiological environments in Rio Grande Do Sul.** Advisor: Prof. Dr. Tiago Zanatta Aumonde. 2023. 96f. Dissertation (Masters in Seed Science and Technology) - Faculty of Agronomy Eliseu Maciel, Federal University of Pelotas, Pelotas, 2023.

The aim of this study is to describe the typification of the quality of barley seeds produced in eco-physiological environments in Rio Grande do Sul, based on the analysis of the physical, physiological, and biochemical performance of barley seeds. Two seed cultivars, BRS CAUÊ and ABI RUBI, produced in different locations within the state were used in the study. The experimental design consisted of a 2X9X4 (2 cultivars, 9 locations, and 4 repetitions) arrangement, divided into three studies. The physical aspects were characterized by evaluating moisture content, thousand seed weight, hectoliter weight, purity, and determination of other seeds by number using a 2X9X5X4 (2 cultivars, 9 locations, 5 variables, and 4 repetitions per variable) design. The physiological aspects were characterized by tetrazolium test, first germination count, second germination count, seedling length, seedling dry weight, accelerated aging at 24h, 48h, and 72h, seedling emergence, seedling length and dry weight in the field, leaf area, and chlorophyll determination using a 2X9X13X4 (2 cultivars, 9 locations, 13 variables, and 4 repetitions per variable) design. Biochemical typification included evaluation of peroxide and lipid peroxidation, enzymes - Catalase (CAT), superoxide dismutase (SOD), and ascorbate peroxidase (APX), total soluble sugars, and chlorophyll a, b, and total using a 2X9X5X4 (2 cultivars, 9 locations, 5 variables, and 4 repetitions per variable) design. All data were statistically analyzed using the Scott-Knott test at a 5% probability level. The quality of barley seeds is crucial for the success of the crop, as they must exhibit good vigor and germination for proper establishment. Physical analyses characterize the appearance, purity, and moisture content of the seeds. Physiological analyses indicate that certain locations are favorable for increasing the production of malt barley seeds with appropriate adjustments. Biochemical aspects further support this potential, allowing for optimal results. The results obtained from the physical, physiological, and biochemical analyses demonstrate that the studied locations are prone to contribute to the expansion of seed production areas for malt production, as the best results can be achieved with appropriate adjustments.

Keywords: *Hordeum vulgare*, quality, eco-physiological environments, malt.

1 INTRODUÇÃO

A cevada (*Hordeum vulgare* L.) classificada com um cereal de inverno e que pertence à família Poaceae. Sendo produzida em diversas regiões do mundo, na posição em escala mundial de produção de grãos, classificada na quinta posição (BARZOTTO et al., 2018). Esteve entre os primeiros cereais do mundo tornando-se pelo homem cultivado para a alimentação humana e animal, especialmente por apresentar grande adaptação a diversos ecossistemas (GALON et al., 2011).

A produção de cevada no Brasil na safra 2022 foi de 482,1 mil toneladas, obtendo uma média de 3.910 kg ha⁻¹, tendo uma área de produção 123,3 mil hectares (CONAB, 2023). No Rio Grande do Sul a produção do cereal em 2022 ficou em torno de 132,0 mil toneladas, em uma área semeada de 39,4 mil hectares, alcançando uma média de rendimento de 3.351 kg ha⁻¹ (CONAB, 2023).

Um aumento na produtividade por hectare constatada no Estado do Rio Grande do Sul, em comparação com a média nacional, aos anos anteriores. Motivo pelo qual é necessário que a qualidade de sementes disponível ao mercado seja alta, estando dispostas para os produtores como um aspecto fundamental no alcance de grandes rendimentos (BINOTTI et al., 2008).

A característica que uma semente de cevada consegue expressar pelo meio de interações entres os aspectos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários, bem como, uma planta estando nutrida corretamente, tornam-se fatores limitantes para a alta qualidade na produção de sementes (ABRANTES et al., 2010).

As condições ambientais devido as mudanças sazonais influenciam tão intensamente a produtividade como a continuidade das culturas, conseqüentemente, alterações de luminosidade e de temperatura, alterando assim, a realização da fotossíntese de determinada área foliar. Por conseguinte, os determinantes aspectos capazes de influenciar o condicionamento do avanço vegetativo e a sua maturidade equivalem: a presença de água, nutrientes, luz e temperatura, tornando-se essencial identificar os resultados morfofisiológicos das espécies ao ecossistema adotar as melhores práticas de manejo (GUARDA et. al., 2014).

Os objetivos deste trabalho são fundamentados na investigação do desempenho físico, fisiológico e bioquímico de sementes de cevada cultivadas em

variados ambientes ecofisiológicos. Isso envolve a avaliação do impacto do ambiente na qualidade física das sementes de cevada, a análise das disparidades no desempenho fisiológico das sementes e o estabelecimento de correlações entre o desempenho fisiológico, as características físicas e as respostas bioquímicas das sementes e plântulas em diferentes contextos ecofisiológicos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 PRODUÇÃO DE SEMENTE DE CEVADA

A cevada (*Hordeum vulgare L.*) é um cereal com importância mundial, com origem no Oriente Médio, semeado sobretudo em regiões temperadas do mundo e no presente encontrado em ambientes de produção subtropicais como Argentina, Austrália, Brasil e Uruguai (DE MORI, 2012). O principal produtor desse cereal e responsável por aproximadamente 23% da produção mundial designa-se a Rússia (POMPEU et al., 2020). Já para a produção de cevada no Brasil existem dois métodos de manejo utilizados, o sistema de sequeiro na região Sul do país e o sistema irrigado no Cerrado (BIAZUS, 2015).

Para a condução da produção da cultura da cevada recomenda-se contemplar a época de semeadura em razão de fatores como fotoperíodo, temperatura do ar e, precipitação pluviométrica acima do normal, no qual, refletem em aspectos que podem ocasionar mudanças nos rendimentos de sementes e grãos (MONTEIRO et al., 2009). É ideal que o estande inicial da cultura deve ser estabelecido entre 250 a 300 plantas por metro quadrado, e, a adubação correspondente transforme as necessidades nutricionais da planta, sendo assim, considerado fatores que influenciam diretamente em algumas características da planta de cevada como na análise germinação e de massa seca (MINELLA, 2013; POVILAITIS, 2018).

Ao tratarmos do processo de maturação de sementes de cevada que inicia a partir da polinização, considerado o transporte do grão de pólen até o estigma da flor chamado de fertilização, que é a união dos gametas, verifica-se uma série de transformações morfológicas, fisiológicas e bioquímicas que irão originar ao embrião, ao envoltório da semente e ao tecido de reserva dela. Desta maneira, para o início da maturação a partir da fertilização do óvulo, estendendo-se ainda ao ponto em que a semente alcança a maturidade fisiológica, assim dizendo, ao término da transferência de nutrientes da planta mãe para a semente (DIAS, 2001).

A fim da realização do armazenamento por determinados períodos, e sendo considerada a manutenção da qualidade essencial dentro do processo de produção seja qual for a cultura, razão pela qual o sucesso da lavoura resulta, em especial, a aplicação e o consumo de sementes com alto padrão de qualidade, evidencia-se que

a qualidade não pode ser melhorada durante o armazenamento, contudo, é capaz de preservar o estado de longevidade quando se utiliza favoravelmente, as melhores condições para o armazenamento (PÁDUA; VIEIRA, 2001, REUSS et al., 2003).

Levando em conta que geralmente, para as culturas que realizam suas propagação por sementes, dificilmente a época de colheita condiz com a época de semeadura, ocasionando o armazenamento desses produtos, sendo uma das etapas mais cruciais para o setor sementeiro, no qual determina se o armazenamento realizado é compatível para o sucesso da comercialização (AGRINOVA, 2000).

Considerada um cereal de inverno, a cevada é utilizada principalmente para a produção de malte na indústria cervejeira, podendo ser empregada também para a alimentação humana e animal. Para fins cervejeiros, a realização da semeadura necessita implementar previamente um planejamento, com a finalidade de aumentar a potencialização do rendimento de grãos com qualidade nos padrões para a cervejeira, proporcionando um produto melhor para o mercado (MINELLA, 2009).

Com a finalidade de um bom desempenho das sementes para o estabelecimento das culturas, é notável a utilização de sementes com bons índices de germinação e vigor, além de contar com o apoio do melhoramento genético no lançamento de cultivares melhoradas. As características dessas sementes atingem seu potencial máximo no momento ideal de maturação fisiológica, caracterizado pelos altos índices de proteína e amido (TUNES, 2009). No Brasil, o melhoramento genético da cevada iniciou em meados dos anos 1920, conjuntamente com a cultura do trigo (MINELLA, 1999).

Com a intenção de aumentar a qualidade da cevada, novas cultivares são concedidas pelas empresas melhoristas todo o ano, adequando-se as demandas e para o cultura devido as limitações dos ambientes ecofisiológicos, no qual podem influenciar o tamanho, teor de proteína e sanidade dos grãos, além do índice de germinação (BIAZUS 2015; MINELLA 2009).

No Brasil, a produção de cevada conquistou espaço desde 1930, quando a produção de malte cervejeiro foi fundamentada, realizando assim, contrato entre a indústria e o produtor, para o fornecimento direto de insumos, sementes e orientações técnicas, promovendo o comprometimento entre as partes acordadas (DE MORI & MINELLA 2012; PAIVA et al. 2006).

A fim de obter o sucesso para a produção de malte com excelência, torna-se significativo que o material destinado ao processo respeite os parâmetros desejáveis

do teor de proteína e germinação para obtenção de um produto de qualidade (GOUVÊA, 2014).

Por consequente, deve-se também, seguir as normativas para a comercialização da sementes de cevada para a produção de malte estabelecidas por metodologias e equipamentos de coleta de amostras, responsabilidades, seguindo os limites de tolerância e os padrões de qualidade (BRASIL, 1996).

2.2 QUALIDADE DE SEMENTES

Os atributos de sementes referem-se à determinação de seus aspectos de acordo com a relação de um complexo de características, sendo as principais: física, sanitária, genética e fisiológica (ARAÚJO et al., CARVALHO, NAKAGAWA, 2014; SILVA, 2012).

A característica física compreende um número de elementos, por exemplo: pureza física que representa o somatório do percentual de danos mecânico da amostra, tanto do peso quanto da identidade de seus elementos, permitindo avaliar o nível de contaminação do lote por espécies indesejadas, fragmentos de sementes e restos vegetais e ainda teor de água, que demonstra a percentagem de água que integra a semente, transformando-se em um aspecto decisório para a colheita, beneficiamento e armazenamento efetivos. Danos mecânicos, tamanho e peso são atributos que são capazes de prejudicar a germinação e o vigor através da má formação de sementes (OLIVOTO et al., 2017; SILVA, 2017; SILVA, 2019; WARRAICH et al., 2002).

A característica sanitária relaciona-se à ausência ou presença de pragas e patógenos, como os fungos, vírus, bactérias e nematoides, podendo as sementes serem caracterizadas como portadoras de inóculo inicial para a disseminação da doença no campo, gerando a redução da capacidade das plântulas no seu desenvolvimento inicial (RODRIGUES, et al, 2020; SILVA, 2017; PEREIRA, 2010).

A respeito da característica genética classifica-se, dentre outros aspectos, a resistência e tolerância em circunstâncias antagônicas do tempo e do solo que se encontram, como a presença de doenças e pragas. Destacam-se também o potencial de desenvolvimento e de produtividade, visando a pureza varietal e a baixa taxa de contágio genética, relacionadas à mistura varietal física e genética, atuando

principalmente nas características selecionadas previamente (SILVA, 2019; KRYZANOWSKI et al, 2008).

Por sua vez, a característica fisiológica é definida pela habilidade das sementes em executar suas funções essenciais, independentemente do ambiente que se encontra, demonstrando o seu potencial para se desenvolver, através da germinação, vigor e longevidade (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). A redução no índice de velocidade de germinação, irregularidade de emergência, tamanho reduzido de plântulas e área foliar, adição no surgimento de plântulas e plantas anormais, entre outros fatores, resultam em menor qualidade fisiológica das sementes (SILVA, 2012).

Devido ao fator germinação, caracterizado pela retomada do desenvolvimento do eixo embrionário, existem conceitos divergentes de acordo com o foco. Há exemplo, o conceito botânico ou morfológico que define a germinação como uma sequência que se inicia com a hidratação das sementes, ativando a expressão de enzimas ligadas à mobilização de reservas e termina com o início do desenvolvimento radicular (MARCOS-FILHO, 2015).

Do ponto de vista agrônomo ou tecnológico considera o desenvolvimento das estruturas essenciais do embrião, tais como radícula, hipocótilo, cotilédones, epicótilo e plúmula (MARCOS-FILHO, 2015). Para produzir plântulas normais, considera-se as características de desenvolvimento completo, proporcionais e sadias, ou com poucos defeitos que não interfiram na sua aptidão. O desenvolvimento da plântula pode ser indicativo de potencial fisiológico inferior, conforme os critérios estabelecidos pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

Apesar disso, devido a deficiências, essencialmente a forma inferior a sensibilidade para a diferença dos aspectos de qualidade e a constante incompatibilidade dos resultados através da emergência de plântulas em campo, sendo indispensáveis do mesmo modo a execução de ensaios de vigor (AMARO et al., 2015).

Ainda que o teste de germinação seja usado para presumir comparando a qualidade fisiológica de lotes de sementes e avaliando o potencial de estande de plantas, quando conduzido em laboratório fornece condições ambientais ótimas, como luz, temperatura e umidade constantes, o que muitas vezes não se encontra em situações de campo (BRASIL, 2009). No cenário que não há condições controladas ocorre emergência de plântulas inferiores, tendo em vista a ligação direta do potencial fisiológico das sementes à influência do ambiente. Também, é impossível detectar

diferentes graus de deterioração das sementes, bem como distinguir lotes com germinação semelhante quanto ao seu potencial de armazenamento (MARCOS FILHO et al., 2009).

Quanto ao vigor pode ser descrito pelo somatório das propriedades da semente, ou do lote de sementes, as quais determinam o seu nível de desempenho e atividade no período da germinação e a emergência de plântulas (MARTINS, C. C.; SILVA, N.; MACHADO, C. G., 2014).

No ano de 1950, foi estabelecido o primeiro Comitê de Vigor da ISTA que após as proposições do pesquisador holandês W. J. Franck, sobre denominar os testes conduzidos em condições ótimas e com substratos artificiais como testes de germinação, enquanto os testes relacionados à emergência de plântulas em solo seriam chamados testes de vigor, com o propósito definindo as metodologias padronizadas para a avaliação do vigor, analisando situações de desempenho em campo supostamente fáceis de reproduzir durante semeadura e o armazenamento.

A partir disso, as pesquisas sobre a relação do vigor e os aspectos de desempenho das sementes, quanto a emergência de plântulas e o prognóstico de potencial de germinação durante o armazenamento, gerou um aumento na utilização do termo “vigor”, tornando-se a principal justificativa para o sucesso ou fracasso do estabelecimento em campo.

Na década de 70, estabelecido pela ISTA o conceito de vigor, que entende os aspectos que determinam um conjunto de atividades e o desempenho da semente durante o processo de formação inicial, de forma rápida e uniforme a emergência de plântulas normais, em condições distintas do ambiente.

Sementes de qualidade são definidas por manifestarem alto potencial fisiológico, sanidade e altos percentuais de pureza física e genética. O potencial fisiológico das sementes refere-se à capacidade destas em desempenhar suas funções vitais, reunindo informações sobre a germinação e o vigor (SCHUCH; KOLCHINSKI; CANTARELLI, 2008).

Em síntese, sementes de alta qualidade devem possuir elevada capacidade germinativa e serem vigorosas, com isso poderá haver homogeneidade no estande de plantas, elevado vigor das plantas e conseqüentemente maior qualidade e produtividade (LACERDA, 2007).

2.3 AVALIAÇÃO DO POTENCIAL FÍSICO DE SEMENTES DE CEVADA

As características das sementes são possíveis de ser influenciada em diversos momentos, em razão de circunstâncias do ecossistema em que se encontram no período do desenvolvimento das sementes no campo, na colheita, na secagem, no beneficiamento e no armazenamento. Eventualmente se não for aplicados determinados cuidados, poderá ocorrer resultados que prejudicam a qualidade das sementes (MARCOS FILHO, 2011).

Para manter a integridade das sementes, a qualidade física deve ser considerada, uma vez que ao analisarmos as amostras, obtem-se a relação das sementes puras em relação a presença de materiais distintos e de outras sementes (BRASIL, 2009). Na opinião de Peske et al. (2012), os aspectos predominantes para a avaliação dos atributos físicos são listados em análises de teor de umidade, danos mecânicos, peso de mil sementes, peso volumétrico, aparência e análise de pureza.

Sendo um dos aspectos de qualidade, o potencial físico é evidenciado pela pureza física do lote, constituído da percentagem de sementes puras, outras sementes e material inerte ou impurezas. Ao utilizarmos lotes que apresentam baixa pureza física estamos correndo o risco de instalações de áreas de produção de sementes futuras com a presença de espécies indesejáveis, que irão competir pelas reservas de nutrientes, luz e água, limitando a produtividade e rendimento da área. Posterior a colheita, lotes que apresentam baixos teores de pureza física podem dificultar os processos posteriores, como a pré-limpeza, servindo de fonte de inóculos de microrganismos indesejáveis devido seus teores de umidade presentes nos lotes (ANDRADE et. al 2019).

Conforme Maia (2007), os motivos que prejudicam a aperfeiçoamento da qualidade de sementes sobressaem primordialmente ao teor de umidade, condições de temperatura e umidade relativa do ar no acondicionamento e armazenamento. No armazenamento é imprescindível que haja o conhecimento do teor de água das sementes, uma vez que elas são higroscópicas, ou seja, absorvem ou perdem água do ar que as envolve pelo meio. Quando as sementes se encontram em desequilíbrio higroscópico, se o teor de água presente na semente for menor do que a do ar, ocorre absorção de umidade; no caso inverso, a semente cede água para o ar.

A qualidade física da semente de cevada é fundamental para garantir uma boa germinação e estabelecimento das plantas. Dentre as características físicas das

sementes de cevada, destacam-se o tamanho, a densidade, o peso, a forma, a cor e a presença de defeitos, como danos mecânicos e doenças. Estudos mostram que o tamanho das sementes influencia diretamente na germinação, com sementes maiores apresentando uma porcentagem de germinação superior (LARSEN et al., 2014). Já a densidade e o peso estão relacionados à qualidade fisiológica das sementes, com sementes mais densas e pesadas apresentando maior vigor e resistência ao armazenamento (WANG et al., 2012).

Outro aspecto importante na qualidade física das sementes de cevada é a presença de defeitos, como danos mecânicos e doenças. Danos mecânicos podem ocorrer durante a colheita, transporte e armazenamento, comprometendo a integridade das sementes e reduzindo sua capacidade germinativa (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000; TUNES et al., 2010). Já a presença de doenças fúngicas pode afetar a qualidade física e fisiológica das sementes, além de ser uma importante fonte de inóculo para o plantio subsequente (MEDEIROS et al., 2019).

2.4 AVALIAÇÃO DO POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE CEVADA

O potencial fisiológico engloba informações sobre a germinação e o vigor das sementes. As análises realizadas de germinação e identificação de amostras com maior probabilidade em apresentar desempenho eficiente em campo ou durante o armazenamento, geralmente é realizada em laboratório (MARCOS FILHO, 2015).

A magnitude da determinação do vigor de sementes atribuída, principalmente, aos resultados estimados do desempenho das sementes no teste de germinação, corriqueiramente utilizados para avaliação do potencial fisiológico de sementes sob condições ideais (WATERS e BLANCHETTE, 1983; MARCOS FILHO, 1999). Os testes de vigor constituem métodos de uso cada vez mais frequentes pelo setor sementeiro na determinação do potencial fisiológico (SANTOS et al., 2011).

Conforme a Association of Official Seed Analysts - AOSA (1983), o vigor é definido como um conjunto de qualidades que as propriedades das sementes que confirmam o potencial de emergência rápida e uniforme e o desenvolvimento de plântulas normais, sob diversas condições de ambiente. Simultaneamente, a *International Seed Testing Association* - ISTA (2014) define o vigor como o conjunto

de características que validam a atividade e a performance de lotes de sementes com germinação aceitável, sob ampla variação de ambiente.

A avaliação do vigor de sementes tem desenvolvido à medida que os testes disponíveis vêm sendo melhorados, proporcionando a obtenção de resultados consistentes e reproduzíveis (MARTINS et al., 2002), como também quando novos procedimentos são introduzidos. Para Araujo et al. (2014), as diferenças no vigor de sementes armazenadas em distintas temperaturas diferem do vigor de sementes após o beneficiamento. Moreira et al, (2022) separou sementes de coentro de diversas qualidades fisiológicas através da cor. Monteiro et al (2020) separou sementes de soja em danos específicos como sementes esverdeadas e por dano de umidade através de imagens.

A qualidade fisiológica das sementes de cevada é um importante fator que determina o sucesso da produção de cereais. A qualidade fisiológica pode ser avaliada através de testes de germinação, vigor e sanidade das sementes. Estudos demonstram que a qualidade fisiológica das sementes de cevada é influenciada por diversos fatores, como condições de cultivo, época de colheita, armazenamento e tratamento das sementes (KHAN et al., 2018).

A germinação das sementes é um dos principais indicadores da qualidade fisiológica, pois representa a capacidade das sementes de produzir plântulas normais sob condições adequadas de ambiente. O vigor das sementes, por sua vez, é medido pela capacidade de produzir plântulas vigorosas e uniformes, com bom desenvolvimento radicular e foliar. Estudos mostram que o vigor das sementes está diretamente relacionado à produtividade da cultura (NAIDU et al., 2015).

Além disso, a sanidade das sementes é um fator importante para a qualidade fisiológica das semente. Doenças fúngicas podem comprometer a germinação e o vigor das sementes, além de reduzir a produtividade da cultura (RADZIKOWSKA et al., 2020, OLADAPO et al., 2021). Por isso, é fundamental adotar práticas de manejo adequadas para evitar ou minimizar a ocorrência de doenças fúngicas nas sementes.

2.5 AVALIAÇÃO DO POTENCIAL BIOQUÍMICO DE SEMENTES DE SEMENTE DE CEVADA

O potencial bioquímico das sementes é um fator importante para a produção de diversas culturas, como milho, arroz, soja, trigo, entre outras. A análise dos compostos bioquímicos presentes nas sementes pode fornecer informações sobre a qualidade nutricional, a capacidade germinativa e a resistência das sementes a estresses bióticos e abióticos, podendo ser influenciada por fatores como genótipo, ambiente de cultivo e práticas agronômicas (SINGH et al., 2015, HUSSAIN et al., 2019).

Os carboidratos e as proteínas são dois compostos bioquímicos importantes nas sementes. Os carboidratos são importantes fontes de energia para o crescimento das plântulas, enquanto as proteínas são importantes para o desenvolvimento das plântulas e para a qualidade nutricional dos grãos produzidos (PINHEIRO, 2016). Ainda, os lipídios presentes nas sementes são importantes para o desenvolvimento das plântulas e para a qualidade nutricional dos grãos produzidos, já que são fontes de ácidos graxos essenciais (ZHANG et al., 2016).

Além disso, as enzimas hidrolíticas desempenham um papel importante na conversão do amido, que é a principal forma de armazenamento em cereais, em açúcares solúveis (LI et al., 2014). Essas enzimas são essenciais nos processos de germinação e maltagem, com destaque para as enzimas α e β -amilases (SCHMITT et al., 2013). A produção dessas enzimas é controlada pelos genes e é significativamente influenciada pelo ambiente. A expressão desses genes ocorre em estágios específicos de desenvolvimento, em órgãos e tecidos particulares, ou em resposta a estímulos específicos (RAMÍREZ et al., 1991).

Para as sementes de cevada, o potencial bioquímico é outro fator importante para a produção de cereais. A qualidade bioquímica pode ser avaliada através da análise dos teores de proteínas, carboidratos, lipídios, enzimas e compostos bioativos presentes nas sementes. Estudos mostram que a qualidade bioquímica das sementes de cevada está diretamente relacionada à qualidade nutricional e funcional dos grãos produzidos (LI et al., 2014, PINHEIRO, 2016).

O teor de proteínas nas sementes de cevada é um fator importante para a qualidade nutricional dos grãos, já que a cevada é uma importante fonte de proteínas vegetais para consumo humano e animal. Estudos têm demonstrado que o teor de

proteínas nas sementes de cevada pode ser influenciado por fatores como genótipo, ambiente de cultivo e práticas agronômicas (BHATTACHARYYA et al., 2015).

Em resumo, a qualidade bioquímica das sementes de cevada é um fator importante para a qualidade nutricional e funcional dos grãos produzidos, e pode ser influenciada por diversos fatores, incluindo genótipo, ambiente de cultivo e práticas agronômicas.

2.6 AMBIENTES ECOFISIOLÓGICOS NA PRODUÇÃO DE SEMENTE DE CEVADA NO RIO GRANDE DO SUL

A cevada é uma cultura importante no Rio Grande do Sul (RS), sendo amplamente cultivada em diferentes regiões do estado. No entanto, a produção de sementes de cevada pode ser influenciada por fatores ambientais, como temperatura, umidade, luz e estresse hídrico. Neste contexto, os estudos sobre os ambientes ecofisiológicos da cevada no estado são de grande importância para a otimização da produção de sementes (SILVA, 2007, SILVA, 2017).

A temperatura é um fator ambiental que pode influenciar a produção de sementes de cevada no Rio Grande do Sul. Para os fins, a temperatura ideal para a germinação das sementes de cevada é de 20°C. Temperaturas extremas podem prolongar o estado de dormência, prejudicando a germinação (BRESSAN, 2018). Estudos conduzidos por Reiner e Loch (1976) demonstraram que temperaturas baixas resultam em dormência de curta duração, enquanto temperaturas elevadas (acima da média) resultam em dormência prolongada. Além disso, a temperatura desempenha um papel fundamental em diversas funções das plantas, como a germinação de sementes, a alocação de matéria seca, a fotossíntese e a respiração (IHSAN et al., 2019). É um dos principais fatores que influenciam o processo de germinação de uma semente. Nesse sentido, temperaturas elevadas durante essa etapa podem prejudicar o crescimento e o desenvolvimento inicial das culturas, resultando em um estabelecimento inadequado da lavoura, o que terá impactos negativos no rendimento final (ULLAH et al., 2022).

A umidade também é um fator ambiental importante para a produção de sementes de cevada no estado. O estresse hídrico pode afetar negativamente o desenvolvimento das plantas, reduzindo a produção de sementes e a qualidade

fisiológica das mesmas (DE LUCENA MARINHO, 2021). Por outro lado, o excesso de umidade também pode ser prejudicial para a produção de sementes, favorecendo o desenvolvimento de patógenos e reduzindo a qualidade sanitária das sementes (REUSS et al., 2003).

A produção de sementes de cevada é suscetível a influências luminosas. A quantidade e a qualidade da luz podem afetar o desenvolvimento das plantas, influenciando a produção de biomassa e a síntese de compostos bioquímicos importantes para a qualidade das sementes (JAQUES, 2018). Também, a luz pode afetar a qualidade fisiológica das sementes, sendo que plantas cultivadas sob baixa luminosidade apresentam redução na germinação e no vigor das sementes (SILVA, 2007).

Outro fator ambiental que pode influenciar a produção de sementes de cevada no estado é o estresse abiótico, como o estresse hídrico e salino. Estudos revelam que a exposição das plantas a esses tipos de estresse pode afetar a produção de sementes e a qualidade fisiológica das mesmas, reduzindo a germinação e o vigor das sementes (DE LUCENA MARINHO, 2020, LI et al., 2013). Já o regime de chuvas pode afetar a produtividade das plantas e a qualidade das sementes, sendo que períodos de seca prolongada podem reduzir a produção e a qualidade das sementes (MAROK et al., 2013, MEZER et al., 2014).

Além dos fatores ambientais mencionados anteriormente, o manejo agrônomo da cultura também pode afetar a produção de sementes de cevada no estado. Segundo estudos, a adubação equilibrada e o manejo correto da irrigação podem contribuir para a melhoria da qualidade das sementes de cevada (CAIRES & MILLA, 2016, SCHEFER et al., 2016).

A fertilidade do solo e a disponibilidade de nutrientes também são fatores ambientais importantes para a produção de sementes de cevada. A deficiência de nutrientes, como nitrogênio, fósforo e potássio, pode afetar negativamente o desenvolvimento das plantas e a produção de sementes (JAQUES et al., 2019). Além disso, a utilização de cultivares adaptadas às condições climáticas da região pode aumentar a produtividade e a qualidade das sementes de cevada no RS (DE LUCENA MARINHO, 2020).

Outro fator que pode afetar a produção de sementes de cevada é a presença de patógenos no solo e nas sementes. A utilização de sementes certificadas e a realização de tratamentos químicos ou biológicos podem reduzir a incidência de

patógenos nas sementes e aumentar a qualidade sanitária das mesmas (DAN et al., 2013, SHAKIR et al., 2016, PEREIRA et al., 2019).

Por fim, é importante ressaltar a importância da pesquisa científica para o desenvolvimento de técnicas e estratégias de manejo que visem aumentar a produtividade e a qualidade das sementes de cevada no Rio Grande do Sul. Diversos estudos têm sido realizados com o objetivo de avaliar os efeitos de diferentes fatores ambientais e de manejo sobre a produção de sementes de cevada na região, contribuindo para a melhoria da eficiência produtiva e para a redução de perdas econômicas (JAQUES, 2018; DE LUCENA MARINHO, 2020, ULLAH et al., 2022).

Em suma, os ambientes ecofisiológicos são fundamentais para a produção de sementes de cevada no Rio Grande do Sul, uma vez que fatores como temperatura, umidade, luz, estresse hídrico e salino, fertilidade do solo, disponibilidade de nutrientes, umidade relativa do ar, regime de chuvas, manejo agrônomico e presença de patógenos podem influenciar a produtividade e a qualidade das sementes. Portanto, é necessário que produtores e pesquisadores trabalhem em conjunto para desenvolver estratégias de melhorias para a produção de sementes.

3 CAPÍTULO I

CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE FÍSICA DE SEMENTES DE CEVADA PRODUZIDAS EM DIFERENTES AMBIENTES ECOFISIOLÓGICOS

3.1 INTRODUÇÃO

Originária do Oriente Médio, a cevada (*Hordeum vulgare* L.) pertencente à família das Poaceae e considerado o cereal mais antigo em cultivo, esteve presente entre as originárias plantas domesticadas para uso na alimentação, tanto humana como animal (Nilan & Ullrich, 1993). Com enorme diversidade de uso, emprega-se em distintos países diversas vezes na alimentação animal, principalmente na fabricação de rações e forragens, como na alimentação humana, em usos na produção de malte, farinha ou de flocos (Kaur et al., 2014).

Em diversas regiões do mundo ocorre a produção de sementes de cevada, bem como, América do Norte, Ásia e na Europa, também nos trópicos como o Sul do Brasil, Argentina e Uruguai (Caierão et al., 2009). Na região da América do Norte a produção tem destaque para o uso em dietas de animais, utilizado na substituição do milho, em forma de ração (Boyles et al., 2017), no entanto, no Brasil não obteve a consolidação para este fim. O uso em destaque no país com cerca de 75% da produção é direcionado para a produção de cevada para a indústria cervejeira e malteação (De Mori & Minella, 2012).

No Brasil, a produção de cevada é importante para a indústria cervejeira, sendo o Rio Grande do Sul um dos principais estados produtores. Alguns estudos têm investigado a qualidade física das sementes de cevada produzidas nessa região. Por exemplo, um estudo realizado por Jaques (2018) avaliou dentre os componentes de qualidade de sementes de cevada produzidas em diferentes municípios do Rio Grande do Sul e verificou que o ambiente de produção influenciou significativamente o peso de mil sementes e a uniformidade das sementes. Outro estudo realizado por Waurwck et al. (2015) avaliou a qualidade física das sementes de cevada produzidas em diferentes regiões do Brasil, incluindo o Rio Grande do Sul. O estudo identificou diferenças significativas no tamanho das sementes entre as diferentes regiões produtoras.

Esses estudos destacam a importância de se considerar as condições ambientais locais na produção de sementes de cevada e evidenciam que a qualidade física das sementes pode variar significativamente em diferentes ambientes ecofisiológicos. É importante que os produtores de cevada no Rio Grande do Sul e em outras regiões do Brasil estejam atentos à influência dos fatores ambientais na qualidade das sementes produzidas e adotem práticas de manejo adequadas para garantir a qualidade e a produtividade da cultura (Jaques, 2019).

Com o intuito de maximizar a produção e reduzir as importações, a utilização de diversas formas de manejo e práticas são adotadas para beneficiar a lavoura, buscando o máximo de produtividade para suprir as necessidades do mercado (Caires & Milla, 2016). Para isso o uso de sementes de cevada de alta qualidade é essencial, fazendo o uso de sementes com alto índices de germinação e que não apresentam de sementes dormentes, características essas positivas e que estão diretamente ligadas ao estabelecimento de uma população de plantas para a semeadura e a malteação (Munck, 1991; Rajala et al., 2011).

Com a finalidade de aumentar as áreas de produção de sementes de cevada com altos índices de qualidade, este estudo tem como propósito avaliar a caracterização da qualidade física das sementes em diversos ambientes ecofisiológicos no estado do Rio Grande do Sul, Além disso, pretende-se contribuir para a identificação de novas regiões viáveis para a produção de sementes, a partir da compreensão do impacto desses ambientes na qualidade física das sementes de cevada produzidas.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi conduzido no Laboratório Didático de Análise de Sementes Flávio Faria Rocha integrado ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, no Departamento de Fitotecnia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

Foram utilizadas sementes de duas cultivares de cevada, BRS CAUE e ABI RUBI recorrentes da safra 2020/2021.

O experimento contou com um delineamento experimental em esquema fatorial simples, sendo 2 cultivares em estudo, em 8 localidades (Figura 1), em quatro repetições de cada tratamento. Foram analisados o teor de água, peso de mil sementes, peso do hectolitro, análise de pureza, determinação de outras sementes por número.

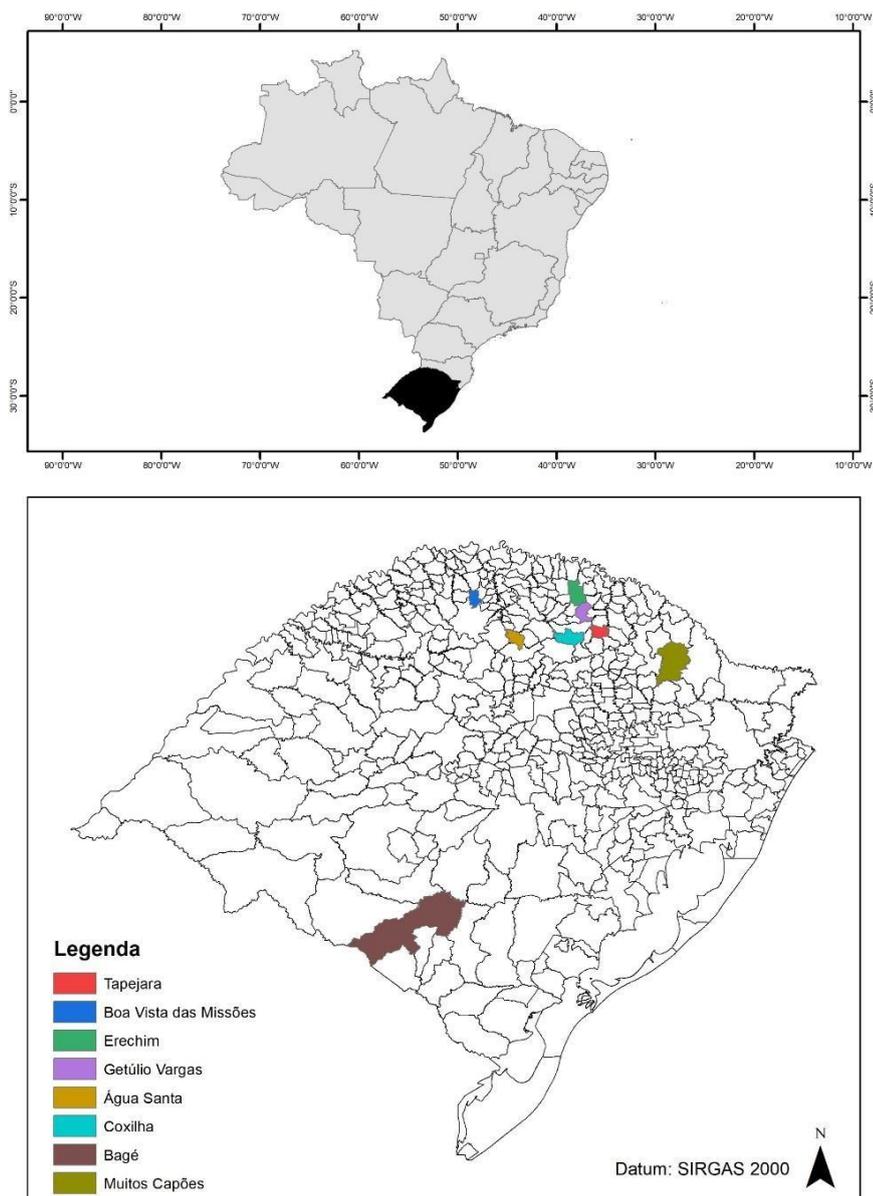


Figura 1. Mapa de localização dos municípios de origem das sementes.

Os testes realizados no experimento foram:

Teor de água: O teor de água das sementes de soja foi determinado por gravimetria (BRASIL, 2009) em estufa de circulação de ar forçado por 24 h a $105 \pm 3^\circ\text{C}$, e, quatro repetições utilizando 5 g por repetição.

Massa de mil sementes: Para a determinação da massa de mil sementes a análise foi mensurada por meio da determinação da massa de 100 sementes, provenientes da porção de sementes puras da amostra, em oito repetições e, posteriormente, estimada para 1.000 sementes. Os resultados foram expressos em g (BRASIL, 2009).

Peso Hectolitro: A análise do peso hectolitro foi realizada com duas repetições, as quais são retiradas da amostra média, sendo esse determinado em balança hectolétrica com capacidade de um quarto de litro (BRASIL, 2009).

Análise de Pureza: A amostra de trabalho foi avaliada segundo (BRASIL, 2009), sendo separada em três componentes: Sementes Puras, Outras Sementes e Material Inerte. Para isso, a amostra de trabalho foi obtida pela homogeneização e divisão da amostra média e pesada em balança analítica seguindo as recomendações para a cultura. Será determinada a composição percentual do material encontrado e expressa os resultados em porcentagem.

Determinação de Outras Sementes por Número: Foi estimado o número de sementes de outras espécies presentes na amostra de trabalho. Foi realizada por identificação e contagem de outras espécies, sendo expressa em número de sementes encontrada no peso da amostra de trabalho. Quando as sementes encontradas não puderem ser identificadas em nível de espécie, foi relatada em nome do gênero ou então em nome da família botânica. A metodologia realizada é seguida para a cultura, descrita nas Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

Os dados de teor de água e peso de mil sementes foram submetidos a teste de normalidade, se considerados normais, a análise de variância, com médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diversos fatores podem interferir no desempenho das sementes de cevada, como temperatura e precipitação inadequadas, além da infestação de insetos, doenças e plantas daninhas em ocorrência do controle inadequado delas. Devido a isso, o ideal para realizar a colheita quando o teor de umidade da semente estiver abaixo de 15%, sendo que neste estudo, as sementes colhidas, apresentaram o teor de umidade abaixo a recomendada para colheita e acima do máximo permitido de 8% (BRASIL, 2013), para o armazenamento para a produção do malte cervejeiro, ocasionando assim a secagem desse material para a produção de malte cervejeiro e conseqüentemente mantê-lo pelo período de até 6 meses.

Nota-se que o teor de água, apresentado na figura 2 representa a diferença entre as localidades em estudo, onde as letras iguais não diferem entre si. Ressaltamos que nas localidades de Coxilha, Bagé e Muitos Capões representaram os maiores índices de teor de água, com valores de 12%, 11,9% e 11,8%, respectivamente, não diferindo entre si.

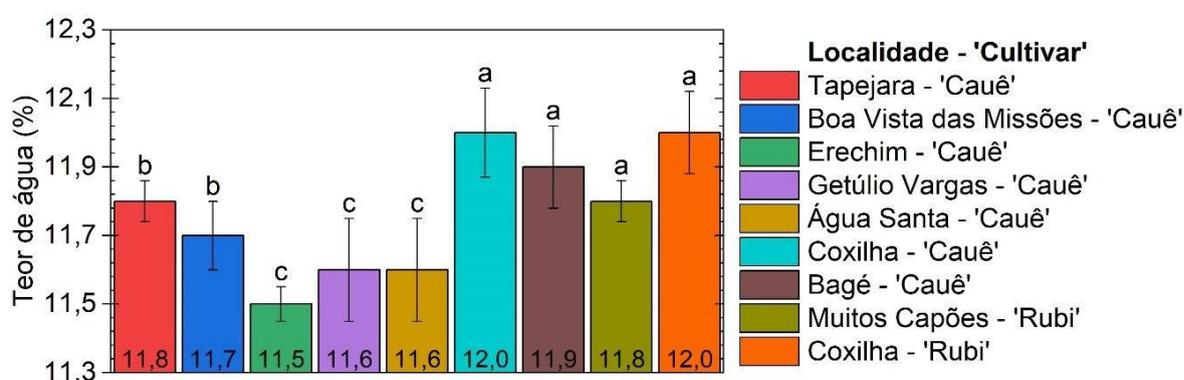


Figura 2. Diferença do Teor de água das sementes, das localidades em estudo e das cultivares, safra 2020/2021.

Percebe-se que para ambas as cultivares, Cauê e Rubi, na região de Coxilha não ocorre diferença estatisticamente, representados ainda na figura 2. Para as regiões de Tapejara, Boa Vista das Missões, os índices do teor de água ficaram respectivamente em 11,8% e 11,7%, diferindo estatisticamente das localidades de Erechim, Getúlio Vargas e Água Santa, 11,5% e 11,6% respectivamente.

Nota-se que a diferença entre as localidades influencia significativamente no processo de secagem para o armazenamento das sementes para a produção de malte cervejeiro, sendo que o teor de umidade influencia negativamente o malte, alterando os compostos que contribuem para o desenvolvimento do sabor e da cor.

Já para o cálculo de dimensionamento da densidade de semeadura e do número de sementes por embalagens, além da determinação do peso da amostra de trabalho, utilizamos a massa de mil sementes.

Como representado na figura 3, podemos observar que existe diferença significativa das localidades em estudo, sendo que a localidade de Erechim se destaca com o maior valor de 43,0 g, diferindo das demais localidades estatisticamente. Já a localidade de Água Santa representa o segundo melhor resultado com 41,9 g. Em relação as localidades de Tapejara, Boa Vista das Missões, Getúlio Vargas e Bagé não diferiram entre si. Em contrapartida, os resultados encontrados por Tunes et al. (2008), na segunda colheita, não foi encontrada diferença estatística no peso de 1000 sementes dentro de cada cultivar de cevada.

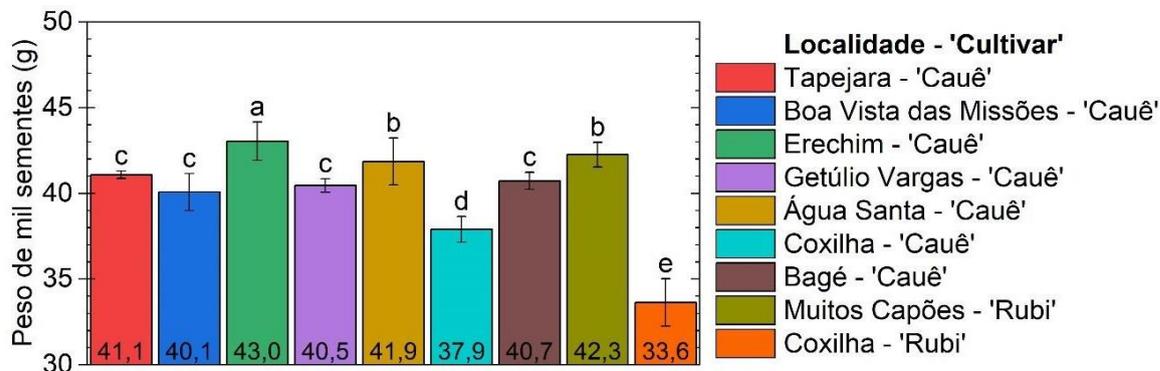


Figura 3. Massa de mil sementes (g) das localidades em estudo e das cultivares, safra 2020/2021.

Ainda na figura 3, a localidade que expressou maior valor foi na localidade de Muitos Capões e Água Santa. E os resultados mais baixos encontrados foram nas localidades de Coxilha, onde o teor de umidade delas foi o mais alto dentro o parâmetro estudado. A massa de mil sementes tem relação direta com o teor de água das sementes, como podemos perceber no estudo que existe correlação entre os testes, resultando nos melhores resultados.

Para auxílio na dimensão dos silos para o armazenamento é utilizado o peso hectolitro, representado na figura 4. Por referir-se a rendimentos diretamente proporcionais, a localidade que apresentou o melhor resultado e diferenciou-se das demais foi a de Tapejara, resultando em 70,50 kg/hl e a menor média encontrada foi na localidade de Coxilha, resultando em 66,48 kg/hl. Já para a localidade de Muitos Capões foi a que apresentou o melhor resultado, ficando com média de 67,30 kg/hl e Coxilha com o menor resultando, com média de 60,70 kg/hl.

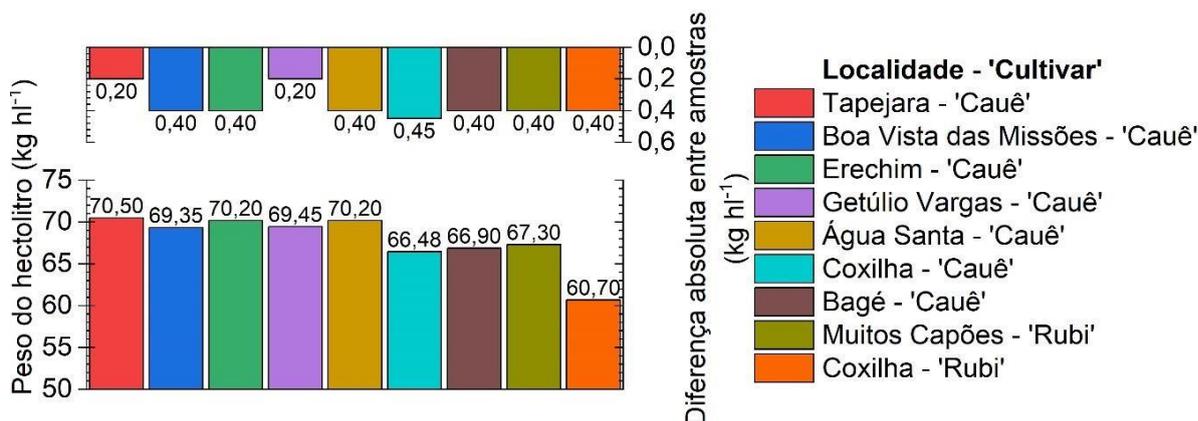


Figura 4. Peso do hectolitro e diferença absoluta entre as amostragens para análise do peso do hectolitro das localidades em estudo e das cultivares, safra 2020/2021.

Vale ressaltar que para Tavares et al. (2015), o peso hectolitro analisado em cultivares de cevada foi em média de 57,4 kg/hl, valor este inferior ao das cultivares avaliadas neste estudo, mas ainda dentro os padrões para a produção de malte cervejeiro que é em torno de 53 kg/hl (Brasil, 2013). Isso deve-se ao melhoramento das cultivares e ao preparo do solo, visando o aumento de localidades para a produção de sementes de cevada no estado do Rio Grande do Sul. Entende-se que as localidades em estudo são propensas a desempenhar o papel de novas áreas de produção para o malte cervejeiro.

Com o intuito de determinar a composição e identidade das diferentes espécies e a natureza do material inerte que compõe a amostra em estudo, realiza-se a avaliação de pureza física das amostras. O teste tem propósito de extrair para os dados de sementes pura, material inerte e outras sementes.

Verifica-se na figura 5 os resultados em porcentagem de pureza e impureza das amostras. Para a legislação e comercialização delas, o mínimo que pode ser encontrado é de 98% de sementes puras (BRASIL, 2013), sendo assim todas as localidades estão dentro dos parâmetros estabelecidos e vigentes, com destaque para

as localidades de Água Santa e Bagé que apresentaram 99,9% respectivamente de sementes puras. As Localidades de Tapejara e Getúlio Vargas com seus respectivos valores de 98,6% e 98,8% de sementes puras são as que necessitam de um cuidado maior com o beneficiamento, uma vez que, por mais que estão dentro dos parâmetros, apresentam os menores valores de pureza.

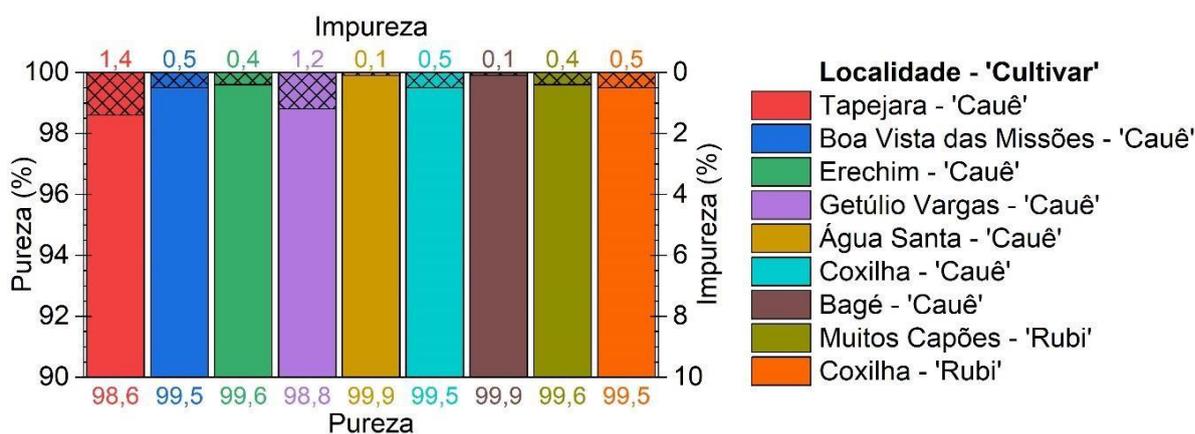


Figura 5. Pureza e impureza das amostras avaliadas das localidades em estudo e das cultivares, safra 2020/2021.

A fim de seguir os parâmetros para a produção de malte cervejeiro no qual representam o que pode ser aceito para a produção, podemos destacar o valor de impurezas encontrados nas amostras. Saliento ainda, que devem apresentar materiais com valor máximo de 4,0% de impurezas para malte Pilsen e 2,0% para malte Especial (LAGO, 2021), sendo assim, nas amostras estudadas, todos os materiais estão aptos a para a produção de malte cervejeiro por esse parâmetro, visando um olhar para os materiais que apresentaram um menor percentual de impurezas e analisando os pontos que podem ser melhorados nas regiões com maior percentual de impurezas.

Outro fator de relevância na produção do malte cervejeiro, que é uma característica desfavorável é encontrar insetos vivos nas amostras analisadas, sendo desclassificados para a avaliação e encaminhadas para um expurgo de todo o material. Depois disso, o classificador analisa se este material segue para o processo ou se é redirecionado para o comércio. Nas amostras estudadas não foram encontrados nenhum inseto vivo.

A avaliação do número de outras sementes realizado em conjunto com o teste de pureza das amostras salienta a importância da realização de vistorias nos campos de produção, como podemos perceber na figura 6, onde, nas localidades de Tapejara, Boa Vista das Missões e Getúlio Vargas apresentaram outras sementes na amostra estudada, existindo uma relação direta com a porcentagem de sementes puras da amostra, já nas outras localidades estudadas não ocorreu a presença de outras sementes.

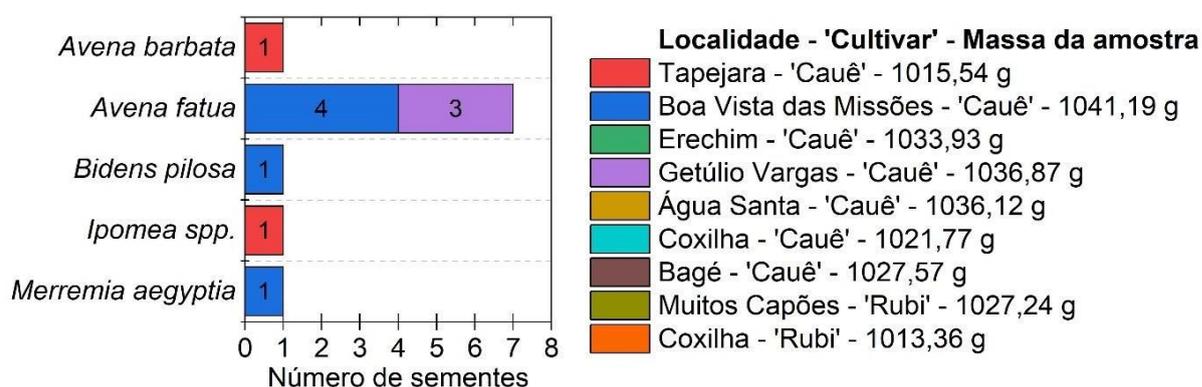


Figura 6. Número de outras sementes nas amostras avaliadas das localidades em estudo e das cultivares, safra 2020/2021.

Considerando a legislação para a comercialização, números como os encontrados são aceitos, pois, pode-se encontrar até seis sementes de outras espécies, devido a sua classificação em: sementes cultivadas, sementes silvestres e sementes nocivas – toleradas e proibidas, estando aptas para a comercialização (BRASIL, 2013).

De maneira geral, a localidade de Erechim e Muitos Capões obtiveram um destaque com o maior valor para peso de mil sementes. A localidade de Coxilha apresenta resultados mais baixos, explicadas pelos índices pluviométricos do ano. No entanto, para peso hectolitro, destaca-se uma média superior as determinadas pela legislação e para a produção de malte, sendo que as localidades de Tapejara e Muitos Capões, apresentaram os melhores resultado e diferindo-se das demais localidades e a menor média encontrada foi na localidade de Coxilha. Por fim, para a análise de sementes puras, impurezas e outras sementes, todas as localidades em estudo apresentaram parâmetros aceitáveis para a comercialização e para a produção de malte.

3.4 CONCLUSÃO

As análises físicas demonstram que as localidades estudadas são propensas a auxiliar no aumento das áreas de produção de sementes para a produção de malte. Sendo que, as localidades com destaque em variáveis importantes para produção de cevada de malte, como peso de mil sementes e peso hectolitro, foram Muitos Capões, Erechim e Tapejara.

4 CAPÍTULO II

CARACTERIZAÇÃO FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE CEVADA PRODUZIDAS EM DIFERENTES AMBIENTES ECOFISIOLÓGICOS

4.1 INTRODUÇÃO

A cevada (*Hordeum vulgare L.*) é uma das principais culturas de inverno no Brasil, tendo grande importância econômica na produção de malte para a indústria cervejeira. No entanto, a produção de sementes de alta qualidade é essencial para garantir o sucesso da safra e a obtenção de boas produtividades. O Brasil tem condições climáticas e ambientais diversas, o que afeta diretamente a qualidade fisiológica das sementes de cevada produzidas em diferentes regiões (FERREIRA, 2015; JAQUES et al., 2019, KRUKLIS, 2019, BUENO et al., 2020).

Estudos recentes têm investigado a origem e a qualidade fisiológica das sementes de cevada produzidas em diferentes regiões do Brasil. Segundo Costa et al. (2003), as sementes de cevada produzidas na região Sul apresentaram maior qualidade fisiológica em comparação com as produzidas em outras regiões do país. Já de acordo com Silva (2019), a qualidade fisiológica das sementes de cevada pode variar em função da cultivar, sendo que algumas cultivares apresentam melhor desempenho em relação à germinação e ao vigor, o que pode ser influenciado pelo ambiente de produção.

Além disso, é importante destacar que a qualidade fisiológica das sementes de cevada também pode ser afetada por fatores como o manejo da cultura, a colheita, o armazenamento e o beneficiamento das sementes. Nesse sentido, é fundamental adotar práticas adequadas de manejo e armazenamento das sementes para garantir a manutenção da qualidade fisiológica ao longo do tempo (Jalink et al., 1998).

O desempenho agrônomico de uma semente, em termos de sua capacidade de germinação, vigor, sanidade e pureza física e varietal, está relacionado com os atributos da qualidade. Segundo Carvalho e Nakagawa (2000), a qualidade da semente é determinada pelos atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários.

A qualidade fisiológica da semente, juntamente com a rentabilidade, está relacionada a um conjunto de fatores, tais como solo estruturado, fertilidade, genótipo adaptado à região, boas práticas de manejo, semeadura e colheita no momento

adequado, entre outros (SILVA, 2007). Esses fatores, em conjunto com a qualidade da semente, resultam em produtividade e qualidade satisfatórias.

A avaliação da qualidade fisiológica é fundamental na produção de sementes e na tomada de decisões sobre seu aproveitamento. Um dos princípios básicos na ciência e tecnologia de sementes é que sementes de alto vigor apresentam um desenvolvimento mais rápido e melhor estande no campo quando comparadas a sementes de menor vigor (CORDOVA, 2017).

De acordo com um estudo realizado por Jaques (2018), a produção de sementes de cevada em diferentes ambientes influencia na qualidade fisiológica, sendo que os ambientes mais úmidos favorecem a germinação, o desenvolvimento e a emergência das plântulas. Por outro lado, ambientes mais secos reduzem a qualidade fisiológica das sementes. Por fim, para Berlato et al. (2018), os resultados indicaram que a época de semeadura influencia na qualidade fisiológica das sementes, sendo que sementes produzidas em épocas mais tardias apresentaram menor germinação e vigor.

Com isso, o estudo proposto tem como objetivo analisar a caracterização fisiológica de sementes de cevada produzidas em diferentes ambientes ecofisiológicos do estado do Rio Grande do Sul.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi conduzido no Laboratório Didático de Análise de Sementes Flávio Faria Rocha integrado ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, no Departamento de Fitotecnia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

Foram utilizadas sementes de duas cultivares de cevada, BRS CAUE e ABI RUBI recorrentes da safra 2020/2021.

O experimento contou com um delineamento experimental em esquema fatorial simples, sendo 2 cultivares em estudo, em 8 localidades (Figura 7), em quatro repetições de cada tratamento. Foram analisados a primeira contagem de germinação, germinação, comprimento de plântulas, massa seca de plântulas, teste de tetrazólio, envelhecimento acelerado, emergência de plântulas em campo, comprimento de plântulas em campo, massa seca de plântula em campo, área foliar, determinação de clorofila *a* e *b*.

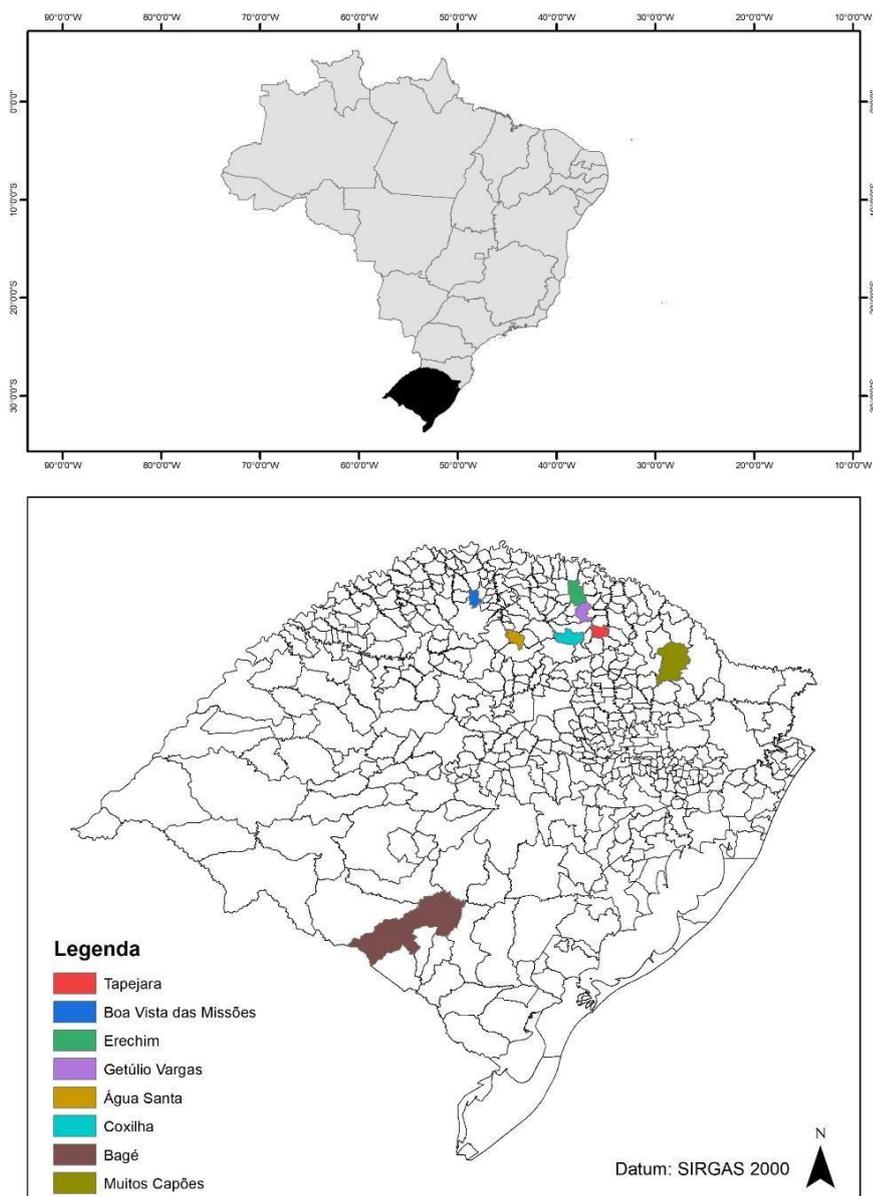


Figura 7. Mapa de localização dos municípios de origem das sementes.

Para avaliação das análises fisiológicas foram submetidas as seguintes avaliações:

Primeira Contagem de Germinação: Foi realizada juntamente com o teste de germinação. Foi realizada a percentagem de plântulas normais, quatro dias após a semeadura, sendo os resultados expressos em percentagem (BRASIL, 2009).

Germinação: Foram utilizadas quatro subamostras com 50 sementes para cada tratamento dispostas em papel *germitest*, umedecido com volume de água de 2,5 vezes a massa do substrato seco e mantidas em câmara de germinação tipo BOD a temperatura de 20°C e fotoperíodo de 12 horas. A avaliação do teste foi realizada em quatro e sete dias após a semeadura, conforme as Regras de Análise de

Sementes – RAS (Brasil, 2009) e os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais.

Comprimento de plântulas: Foram coletados quatro subamostras contendo 10 plântulas normais ao acaso por tratamento, e medidas com auxílio de réguas. O teste foi realizado no sétimo dia, em conjunto com o teste de germinação, em laboratório. Os resultados foram expressos na média individual de plântulas em mm plântula⁻¹.

Massa seca de plântula: o teste foi realizado aos sete dias, em laboratório, em conjunto com o teste de germinação. Para a determinação de massa seca, foram coletados quatro subamostras com 10 plântulas por tratamento, as plântulas foram separadas em parte aérea e raiz e colocadas em envelopes de papel pardo. Foi levado para estufa de circulação de ar forçado os pacotes, à temperatura de 70°C, até massa constante, determinada em balança de precisão. Os resultados foram expressos em mg plântula⁻¹.

Teste de Tetrazólio: Foi realizado com quatro repetições com 50 sementes por tratamento. Será colocado as sementes em meio ao papel germitest umedecidos com o valor de 2,5 água por 24 horas. Após o pré condicionamento as sementes serão cortadas ao meio, em diagonal, a fim de visualizar o embrião. Uma parte dessas sementes será colocado em um vidro e após serem submersos a solução se sal de tetrazólio a 0,075%, seguindo (BRASIL,2009; FRANÇA NETO,1988).

Envelhecimento Acelerado: Foi conduzido conforme descrito por Marcos Filho (1999) pelo emprego de caixas plásticas, tipo gerbox, contendo uma lâmina de 40mL de água, mantidas a 42°C por 24horas, 48 horas e 72 horas. Após esses períodos, foi conduzido o teste de germinação, com quatro repetições contendo 50 sementes por tratamento. A contagem final foi ao sétimo dia após a semeadura, conforme os critérios estabelecidos nas Regras de Análise de Sementes (BRASIL,2009).

Parâmetro de emergência de plântulas em campo: Foi realizado a partir da semeadura de quatro repetições de 50 sementes por tratamento ao acaso, em solo tipo planossolo e em canteiros. A avaliação foi realizada aos 21 dias após a semeadura, determinando-se a porcentagem de emergência de plântulas.

Comprimento de plântulas em campo: Foram coletados quatro subamostras contendo 10 plântulas normais ao acaso por tratamento, e medidas com auxílio de réguas. O teste foi realizado no vigésimo primeiro dia, em conjunto com o teste de

emergência em campo, realizando as medições em laboratório. Os resultados foram expressos na média individual de plântulas em mm plântula⁻¹.

Massa seca de plântula em campo: o teste foi realizado ao vigésimo primeiro dia, em laboratório, em conjunto com o teste emergência de plântulas em campo e do comprimento de plântulas em campo. Para a determinação de massa seca, foram utilizadas as mesmas 10 plântulas coletadas por tratamento para o teste de comprimento de plântulas em campo, sendo as plântulas separadas em parte aérea e raiz e colocadas em envelopes de papel pardo. Foi levado para estufa de circulação de ar forçado os pacotes, à temperatura de 70°C, até massa constante, determinada em balança de precisão. Os resultados foram expressos em mg plântula⁻¹.

Área foliar: A área foliar será determinada com auxílio de medidor de área modelo LI-3100. As plantas coletadas serão coletadas e avaliadas individualmente com o auxílio dos equipamentos e posteriores separadas em parte aérea e raiz e colocadas separadamente em envelopes de papel pardo que foram mantidos em estufa com ventilação forçada à temperatura de 70 ± 2 °C, por 72 horas. Em seguida, foram aferidas as massas em balança de precisão, sendo os resultados expressos em gramas (BRASIL, 2009).

Determinação de clorofila a e b: Foi realizada a determinação da clorofila a, b e total por meio de medidor eletrônico de clorofila Falker-CFL1030. Assim, o Falker-CFL1030 foi utilizado em 10 plantas por repetição de tratamento, com as leituras realizadas no terço mediano da planta. Ao final, as 10 plantas foram coletadas para avaliação de área foliar, comprimento de parte aérea e raiz primária, massa seca de parte aérea e de raízes.

Os dados foram submetidos a análise de variância e analisados pela equação logística simples, submetidos ao teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na figura 8, os resultados apresentados referem-se à porcentagem de sementes germinadas na primeira contagem realizado a partir do teste de germinação realizado em laboratório após quatro dias da montagem do teste. Ressalta-se, ainda, que existe diferença estatística, identificado pelas letras na figura, em que letras iguais não diferem entre si. O resultado do teste identifica as possíveis áreas para a produção com probabilidade de apresentar resultados acima de 94% de qualidade. Observa-se que a localidade de Tapejara, Getúlio Vargas e Coxilha apresentaram valores de 97% de sementes germinadas. As localidades de Boa Vista das Missões e Água Santa 96%, enquanto Erechim e Muitos Capões 95%. Para as localidades citadas, não ocorreu diferença estatística entre elas. Bagé por sua vez, diferiu estatisticamente entre as localidades, com 88% de sementes viáveis. Vale frisar que, os resultados mostram a porcentagem de sementes viáveis neste período e não de número de sementes.

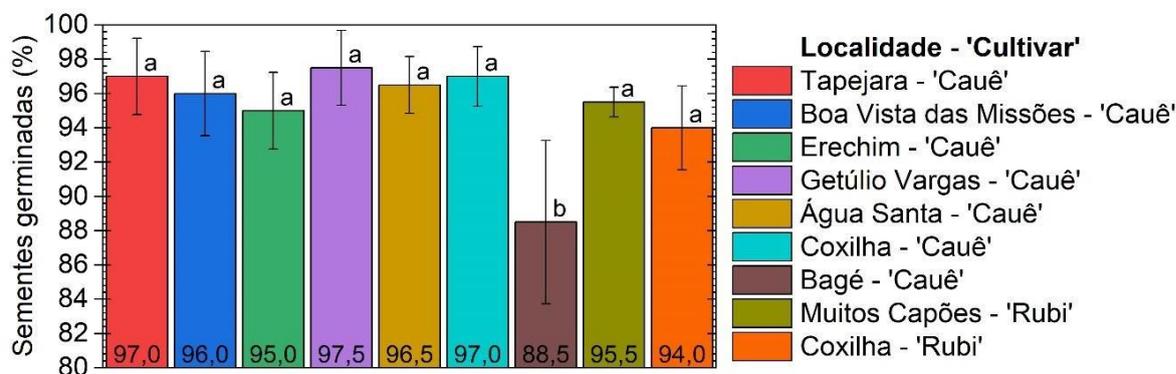


Figura 8. Porcentagem de sementes germinadas no teste de primeira contagem de germinação das localidades em estudo e das cultivares, safra 2020/2021.

O teste de primeira contagem de germinação é baseado no princípio de que as sementes que geram uma maior porcentagem de plântulas normais durante o teste de germinação são mais vigorosas. Isso também indiretamente avalia a velocidade de germinação (Brasil, 2009). Oliveira et al. (2015) observaram que à medida que a porcentagem de sementes germinadas diminui, também é reduzida a expressão do potencial fisiológico dessas sementes. Isso impede que elas se desenvolvam em

plântulas normais, robustas e capazes de sobreviver em condições desfavoráveis no campo.

Estatisticamente falando, os resultados da figura 9 apresentam a porcentagem de plântulas normais, mortas, anormais e duras obtidas através do teste de segunda contagem de germinação das localidades em estudo da safra 2020/2021, no qual as médias seguidas de letras iguais e as médias seguidas por *ns* não diferiram entre si, quando comparando-se a origem da semente. Ainda na figura 9, para a porcentagem de sementes normais, as localidades de Tapejara, Boa Vista das Missões, Erechim, Getúlio Vargas, Água Santa, Coxilha e Muitos Capões não diferiram entre si estatisticamente, mas encontramos o melhor índice de sementes normais na localidade de Getúlio Vargas para a cultivar Cauê e em Muitos Capões para a cultivar Rubi e o pior resultado na localidade de Coxilha para a cultivar Rubi. A localidade de Bagé diferiu estatisticamente das demais, apresentando o menor resultado.

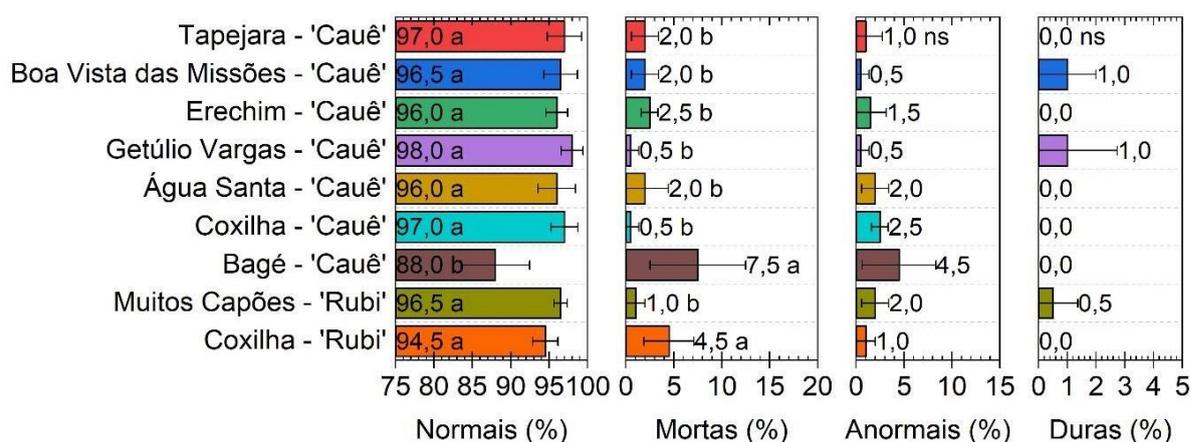


Figura 9. Porcentagem de plântulas normais, mortas, anormais e duras obtidas através do teste de segunda contagem de germinação das localidades em estudo e das cultivares, safra 2020/2021.

Para o índice de sementes mortas, ainda apresentado na figura 9, as localidades de Bagé e Coxilha no qual apresentam os menores resultados foram as que diferiram estatisticamente das demais localidades. Já para os índices de sementes anormais e mortas não houve diferença estatística. Nota-se que a localidade de Bagé apresenta os índices discrepantes de porcentagem encontrados, podendo ser resposta aos resultados as condições ambientais que a lavoura sofreu neste período, devendo ter um cuidado a mais com essa localidade, a fim de garantir

que as sementes analisadas mantenham ou não perdem a qualidade, garantindo assim, a comercialização.

Conforme afirmado por Jarwar et al. (2019), a base genética de uma cultivar desempenha um papel crucial no rendimento final da cultura, bem como na qualidade fisiológica das sementes produzidas. Isso significa que os traços genéticos presentes em uma cultivar podem afetar tanto a quantidade de colheita quanto as características fisiológicas das sementes que são produzidas.

Os resultados apresentados na figura 10, de comprimento de parte aérea, raiz e total das plântulas obtidas através do teste de segunda contagem de germinação das localidades em estudo e das cultivares, safra 2020/2021, no qual letras iguais não diferem entre si, sendo capaz de identificar as localidades em que o comprimento total não diferem entre si. Em ordem decrescente de resultados apresentados na figura 10 estão, Tapejara com 23,5cm, Água Santa com 23,2 cm, Muitos Capões com 23,0 cm, Boa Vista das Missões com 22,9 cm, Coxilha com 22,8 e 22,5 cm e Getúlio Vargas 22,4 cm. As localidades de Erechim com 22,0 cm e Bagé com 21,3 cm apresentaram os menores resultados.

Ainda na figura 10, para o comprimento da parte aérea ocorreu diferença estatística, resultando que nas localidades de Muitos Capões com 10,9 cm e Coxilha com 10,7 cm apresentam diferença estatística das demais. O resultado encontrado na localidade de Boa Vista das Missões com 10,1 cm diferiu entre as demais localidades, enquanto para as localidades de Água Santa com 9,8 cm, Tapejara com 9,7 cm, Erechim com 9,6 cm, Getúlio Vargas com 9,4 cm, Coxilha e Bagé com 9,1 cm respectivamente não diferiram entre si. Já para o comprimento da raiz os resultados encontrados nas localidades de Água Santa com 13,4 cm, Tapejara com 13,9 cm, Getúlio Vargas com 13,4 cm e Coxilha com 13,5 diferiram estatisticamente das localidades de Boa Vista das Missões com 12,8 cm, Erechim com 12,4 cm, Bagé com 12,2 cm, Muitos Capões com 12,1 cm e Coxilha com 12,0 cm.

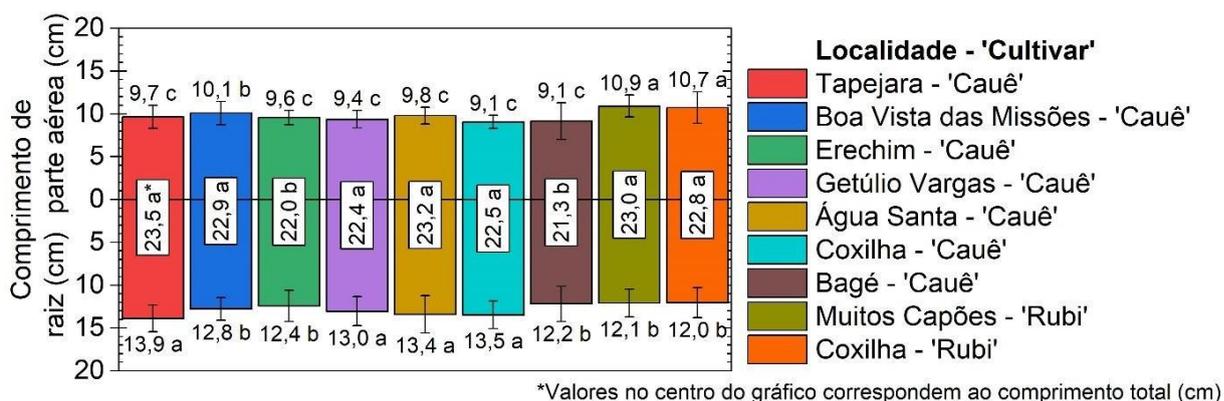


Figura 10. Comprimento de parte aérea, raiz e total das plântulas obtidas através do teste de segunda contagem de germinação das localidades em estudo e das cultivares, safra 2020/2021.

Seguindo na figura 10, nota-se que para os resultados encontrados, as localidades de Tapejara, Erechim, Getúlio Vargas, Água Santa, Coxilha e Bagé onde os resultados dos comprimentos total e raiz diferiram dos resultados do comprimento de parte aérea, o comprimento da parte aérea foi menor. Para as localidades de Muitos Capões e Coxilha os resultados do comprimento de parte aérea e total diferiram dos resultados do comprimento de raiz. Para Boa Vista das Missões o comprimento total diferiu estatisticamente dos comprimentos de parte aérea e raiz.

Ainda na figura 10, a potencialidade das plântulas analisadas mostra que, os resultados de comprimento da raiz são maiores que os resultados do comprimento da parte aérea, não diferindo entre as cultivares e sim entre as localidades em estudo. Quando as condições ideais são fornecidas para a germinação das sementes, é esperado que as sementes produzam plântulas com uma taxa de crescimento maior. Isso ocorre devido à maior capacidade de converter as reservas dos tecidos de armazenamento, bem como à maior incorporação dessas reservas no eixo embrionário (SANTOS et al., 2018).

Para os resultados apresentados na figura 11 representam a massa seca da parte aérea, raiz e total das plântulas das localidades em estudo da safra 2020/2021, no qual as médias seguidas de letras iguais e as médias seguidas por *ns* não diferiram entre si, quando comparando-se a origem da semente. Observa-se, na figura 11, que para a massa de parte aérea e total não ocorreu diferença estatística entre as localidades, apresentando os resultados de massa seca de parte aérea de 0,067 g para Tapejara, 0,071 g para Boa Vista das Missões, 0,066 g para Erechim, 0,070 g

para Getúlio Vargas, 0,066 g para Água Santa, 0,064 g para Coxilha, 0,066 g para Bagé, 0,070 g para Muitos Capões e 0,067 g para Coxilha. Para o comprimento total os valores encontrados são de 0,0161 g para Tapejara, 0,159 g para Boa Vista das Missões, 0,159 g para Erechim, 0,166 g para Getúlio Vargas, 0,153 g para Água Santa e Coxilha, 0,154 g para Bagé e Muitos Capões e 0,141 g para Coxilha, sendo que os valores seguidos de *ns* não diferiram estatisticamente entre si.

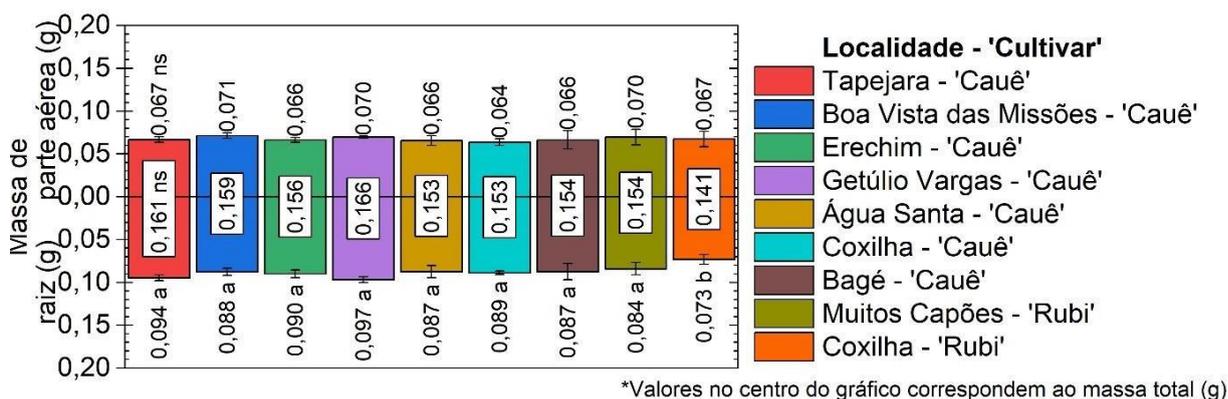


Figura 11. Massa seca de parte aérea, raiz e total das plântulas das localidades em estudo e das cultivares, safra 2020/2021.

Ainda na figura 11, ocorreu diferença estatística ente a massa seca da raiz encontrando os valores de 0,094 g para Tapejara, 0,088 g para Boa Vista das Missões, 0,090 g para Erechim, 0,097 g para Getúlio Vargas, 0,087 g para Água Santa, 0,089 g para Coxilha, 0,087 g para Bagé, 0,084 g para Muitos Capões, no qual os valores estão seguidos pela letra a, representando os melhores resultados, diferindo estatisticamente de Coxilha com o resultado encontrado de 0,073 g, seguido pela letra b.

A capacidade da planta em absorver água e nutrientes para uso futuro está diretamente relacionada à quantidade de biomassa presente em suas raízes. Isso desempenha um papel vital no crescimento e desenvolvimento das plantas (POORTER et al., 2012). As raízes desempenham várias funções essenciais para as plantas de cevada, incluindo a absorção de água e nutrientes, o armazenamento de recursos e a ancoragem física, tonando-se esse aspecto de suma importância (KRAMER-WALTER et al., 2016). Além disso, uma maior massa das raízes indica que a cultivar tem uma capacidade maior de tolerar a escassez de água (JALILIAN et al., 2014).

Existe uma relação com os dados entre as figura 10 e 11, no qual pode-se identificar que as localidades de Tapejara, Getúlio Vargas, Água Santa e Coxilha representados pela letra "a", apresentam estatisticamente entre os resultados de comprimento da raiz maiores, enquanto Boa Vista das Missões, Erechim, Bagé e Muitos Capões os resultados menores. Isso é dado em relação a proporção de material utilizado para as análises.

A figura 12 representa a porcentagem das sementes viáveis das localidades em estudo, pelo teste de tetrazólio, em que as sementes foram classificadas como viáveis e não viáveis seguindo a metodologia, devido a coloração apresentada pelo embrião, no qual podemos perceber que em Bagé e Coxilha apresentaram 100% de sementes viáveis, enquanto em Boa Vista das Missões apresentou 93% das sementes viáveis. Para as localidades de Água Santa e Muitos Capões apresentaram 98% de sementes viáveis. Erechim e Getúlio Vargas apresentaram 96% de sementes viáveis, respectivamente. A localidade de Tapejara apresentou 95% de sementes viáveis. Observa-se que para quatro localidades a média ficou em 96%, com variância de 95% à 97%.

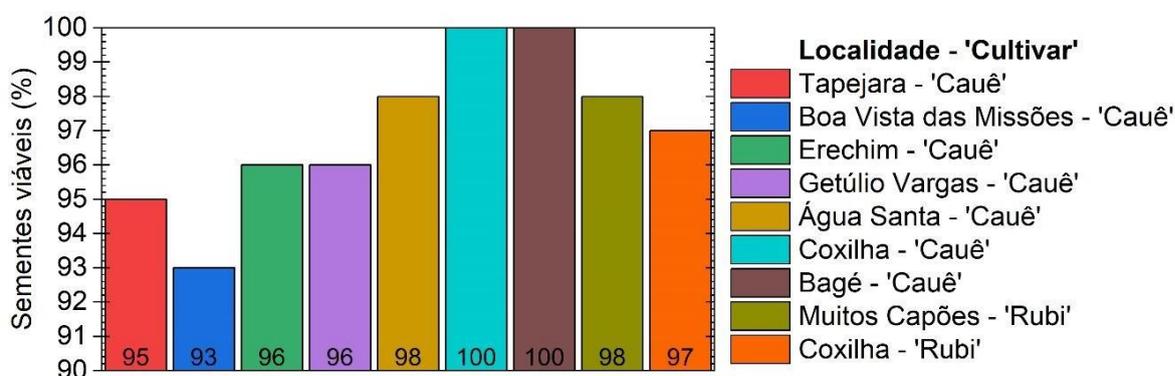


Figura 12. Porcentagem de sementes viáveis das localidades em estudo e das cultivares, pelo teste de tetrazólio, safra 2020/2021.

Para fins de comercialização no Brasil, conforme índices estabelecidos pelas normativas vigentes, as sementes devem apresentar valores superiores ou igual a 85% para o padrão de comercialização, no qual as localidades em estudo apresentaram valores superiores para determinados fins (BRASIL, 2013).

Os resultados apresentados na figura 13 representam a porcentagem de plântulas normais, mortas, anormais e duras, obtidas após os tempos de 24, 48 e 72 horas do teste de envelhecimento acelerado das localidades em estudo e das cultivares, safra 2020/2021, onde as médias seguidas de letras iguais e as médias seguidas por *ns* não diferiram significativamente entre si, quando comparando-se a origem da semente. Sabe-se que na avaliação do teste os períodos que as sementes ficam expostas podem demonstrar a relação existente entre as sementes e o tempo de armazenamento delas, podendo ser correlacionadas onde os menores tempos de estresse estão diretamente relacionados aos menores tempos de armazenamento.

Para isso, os resultados encontrados na figura 13 para a avaliação no período de 24 horas, não ocorreu diferença estatística entre as plântulas classificadas como mortas, anormais e duras, enquanto para as classificadas como normais houve diferença estatística. Observa-se que as localidades de Tapejara com 94%, Boa Vista das Missões com 98,5%, Água Santa com 96,5% e Coxilha 93,5% diferem das demais localidades, sendo que Boa Vista das Missões apresentou o maior índice em porcentagem dentre as localidades.

Já o período de 48 horas, também apresentados na figura 13, para os índices de sementes duras e plântulas anormais não ocorreu diferença estatística comparado com a origem das sementes. Para o índice de sementes mortas observa-se que houve diferença estatística, onde a localidade de Coxilha diferiu estatisticamente das demais, apresentando 15,5%, Para a localidade de Bagé, os valores encontrados foram de 9,0% diferindo estatisticamente das demais localidades. Vale ressaltar que pelos índices encontrados, os valores são relativamente maiores que os das outras localidades, levando a estas localidades um diferença em relação as plântulas normais. Para o índice de plântulas normais, a localidade de Coxilha apresentou o pior resultado, com 77,5%, diferindo das demais localidades. As localidades de Tapejara com 93,5%, Boa Vista das Missões com 94,5%, Erechim 91,0%, Getúlio Vargas 92,0%, Água Santa 92,5% e Coxilha 92,0% apresentaram índices acima de 90%, sendo importante para fins de comercialização. Para as localidades de Bagé e Muitos Capões os índices encontrados não foram ruins, ficando com 88% e 86% respectivamente, porém, deve-se ser mantido um monitoramento mais específico para essas localidades, uma vez que, para a comercialização, a qualidade fisiológica dos lotes é observada.

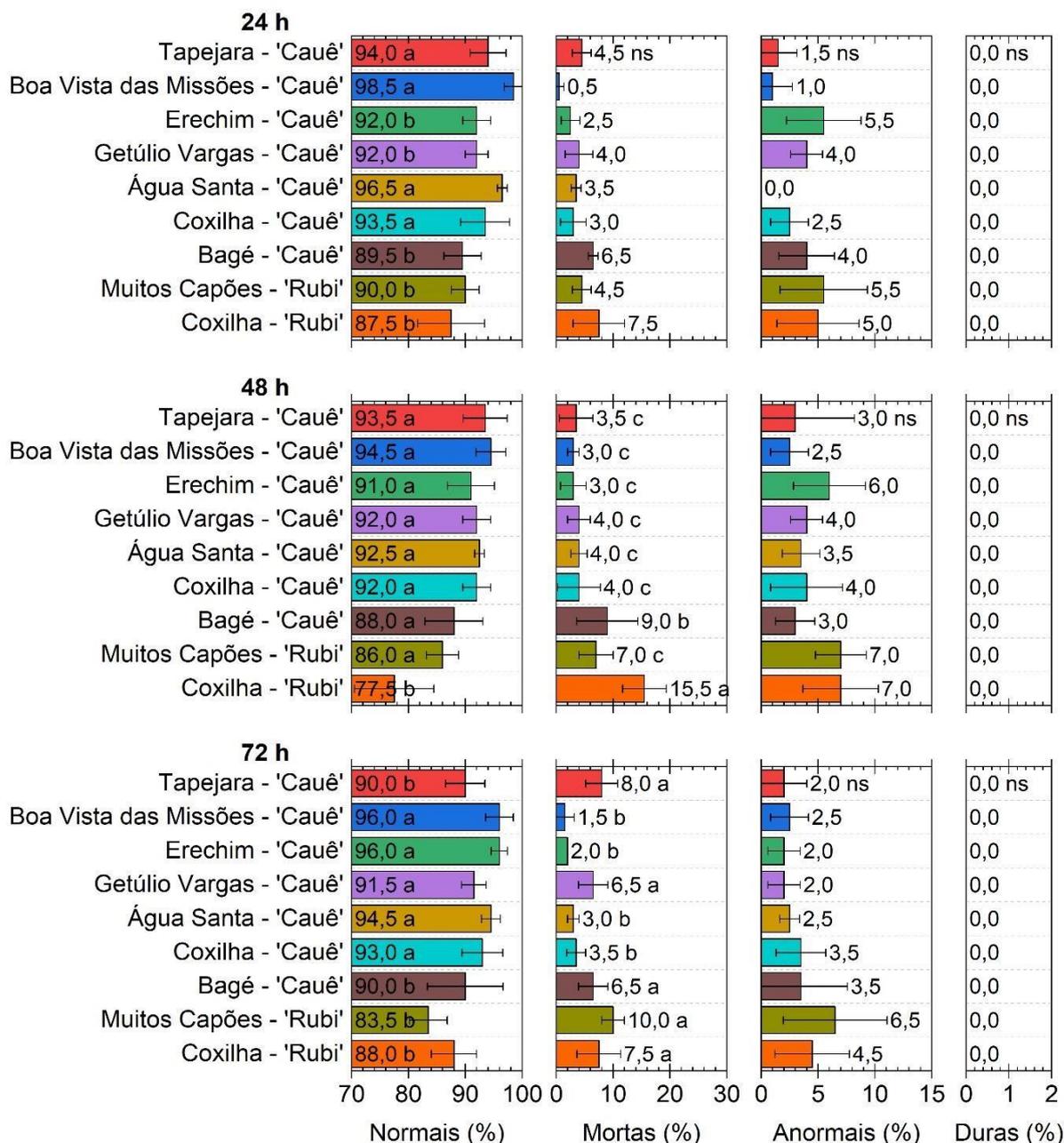


Figura 13. Porcentagem de plântulas normais, mortas, anormais e duras, obtidas após os tempos de 24, 48 e 72 horas do teste de envelhecimento acelerado das localidades em estudo e das cultivares, safra 2020/2021.

Ainda na figura 13, encontram-se os resultados para a avaliação no período de 72 horas, no qual foi observado que para os índices de sementes duras e plântulas anormais não ocorreu diferença significativa entre os valores analisados. Já os resultados encontrados nos índices de sementes mortas mostraram que ocorreu diferença estatística entre as localidades, sendo que Tapejara apresentou valores de 8,0%, Getúlio Vargas e Bagé com 6,5%, Muitos Capões com 10,0% e Coxilha com 7,5%, diferindo estatisticamente das demais localidades. Os resultados encontrados

no índice de plântulas anormais entre as localidades ocorreram diferença estatística, observando que os melhores resultados encontrados foram nas localidades de Boa Vista das Missões e Erechim com 96%, seguidas de Água Santa com 94,5%, Coxilha com 93% e Getúlio Vargas com 91,5%, as quais diferiram das demais localidades.

O teste de envelhecimento acelerado revela o nível de deterioração da semente, que resulta na perda de integridade das membranas. Essas membranas são responsáveis pela rápida diminuição da capacidade de germinação e vigor da semente. Nesse contexto, a estabilidade do vigor é determinada pela organização das atividades enzimáticas. Quando essas atividades não estão controladas, elas causam alterações nas membranas celulares, levando à desorganização da atividade respiratória e, conseqüentemente, à redução da qualidade fisiológica da semente. No entanto, sementes com alto vigor têm maior capacidade de resistir ao estresse, mantendo sua viabilidade elevada (MARCOS FILHO, 2015).

Em relação aos períodos analisados observou-se que existe diferença entre os resultados pelos períodos de 24h, 48h e 72h e que a qualidade das sementes estudadas em Boa Vista das Missões apresentou os melhores resultados para os diferentes tempos.

Conforme os resultados apresentados na figura 14 que representam a porcentagem do parâmetro de emergência de plântulas em canteiro das localidades em estudo, quando comparando-se a origem da semente, as médias seguidas por *ns* não diferiram significativamente entre si, no qual testemunham que os resultados se aproximam dos resultados das áreas semeadas, pelas sementes estarem expostas as diferentes condições climáticas no período. Verifica-se também, que os resultados encontrados foram de 91,5% para a localidade de Tapejara, 95,5% para Boa Vista das Missões, 93,0% para Erechim, 91,0% para Getúlio Vargas, 94,0% para Água Santa e Muitos Capões, 93,0% para Coxilha e Bagé e 96,5% para Coxilha. Nota-se que os resultados encontrados na localidade de Boa Vista das Missões, assemelham-se aos resultados encontrados na segunda contagem de germinação apresentados na figura 9, ressaltando a importância da análise realizada corretamente, sendo considerada digna de confiabilidade dos resultados encontrados.

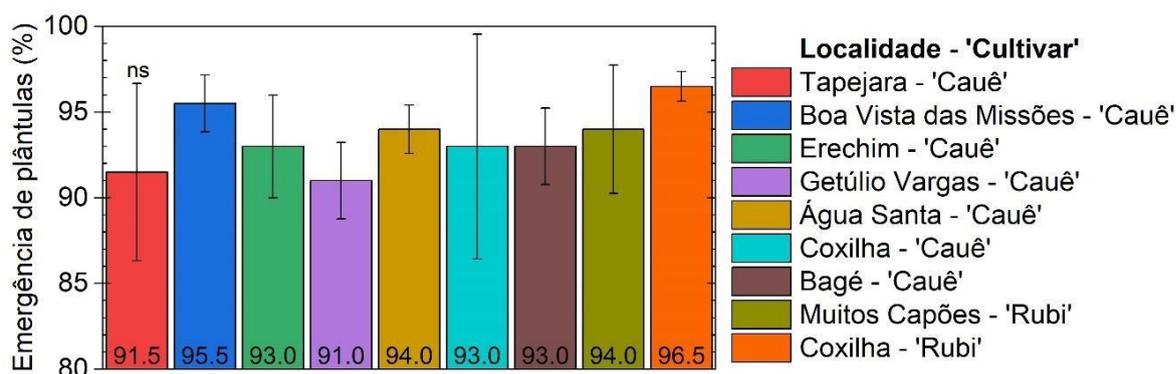


Figura 14. Porcentagem do parâmetro de emergência de plântulas em canteiro das localidades em estudo e das cultivares, safra 2020/2021.

Na figura 15, estão representados os resultados de comprimento de parte aérea, raiz e total da emergência de plântulas em canteiro das localidades em estudo e das cultivares, safra 2020/2021. Para o comprimento da parte aérea nota-se que ocorreu diferença estatística entre as localidades, apresentando os resultados de 12,2 cm para a localidade de Muitos Capões e de 12,1 cm para a localidade de Coxilha, diferindo das demais localidades. A diminuição no crescimento da parte acima do solo pode ser atribuída à redução na absorção de água pelas raízes quando expostas a um excesso de umidade no solo (JACKSON; DREW, 1984). Isso resulta em uma redução no desenvolvimento da planta (CASTRO et al., 2012).

De maneira geral, a água tende a ser armazenada nas camadas mais profundas do solo, enquanto nas camadas superficiais há uma maior tendência de evaporação da água (KOEVOETS et al., 2016). Portanto, as plantas que possuem sistemas radiculares mais profundos e volumosos têm uma maior capacidade de sobreviver em condições de restrição hídrica (VALLIYODAN et al., 2016). Nesse contexto, observa-se que para o comprimento da raiz, na figura 15, os resultados encontrados para a localidade Erechim com 9,2 cm, Getúlio Vargas e Água Santa com 9,6 cm, Muitos Capões 9,1 cm diferenciaram das demais localidades. Um destaque para a localidade de Boa Vista das Missões que apresentou o menor resultado com 6,8 cm, diferindo de todas as localidades. O crescimento das raízes é um dos fatores-chave para a tolerância da planta a estresses hídricos por exemplo. Portanto, as localidades que apresentam maior comprimento de raízes quando sujeitas à seca demonstram uma maior tolerância a ela (AMINI, 2013).

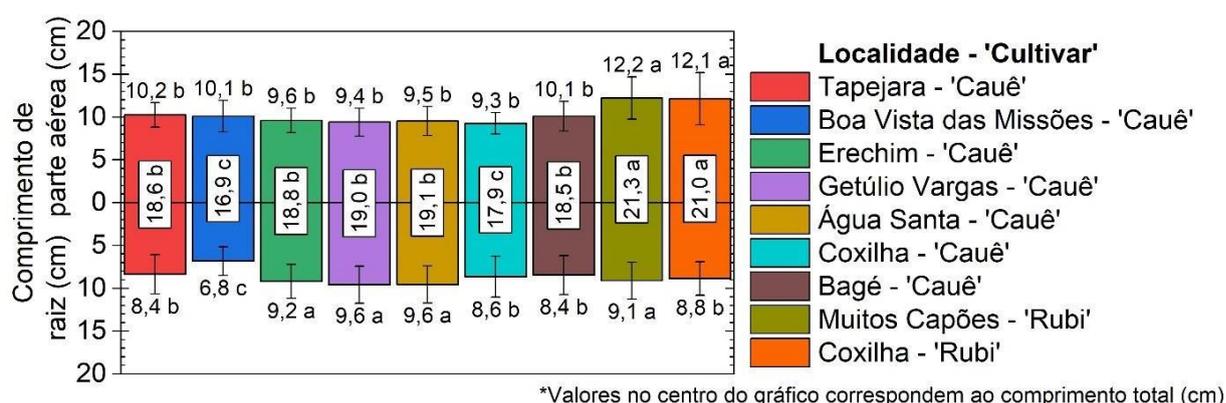


Figura 15. Comprimento de parte aérea, raiz e total da emergência de plântulas em canteiro das localidades em estudo e das cultivares, safra 2020/2021.

Seguindo na figura 15, os resultados encontrados para o comprimento total nos revelaram que ocorreu diferença estatística entre as localidades sendo que Muitos Capões apresentou resultados de 21,3 cm e Coxilha apresentou resultados de 21,0 cm, diferindo das demais localidades. Resultados similares foram encontrados por WAURECK, 2015. Para a localidade de Boa Vista das Missões, devido ao resultado encontrado no comprimento de raiz, apresentando o menor resultado com 6,8 cm, obtendo uma diferença das demais localidades. Já a localidade de Muitos Capões apresentou os melhores resultados nos três parâmetros apresentados na figura 15.

Os resultados apresentados na figura 16 representam a massa seca da parte aérea, raiz e total da emergência de plântulas em canteiro das localidades em estudo da safra 2020/2021, onde as médias seguidas por *ns* não diferem significativamente entre si. Nota-se que para nenhum dos parâmetros usados ocorreu diferença.

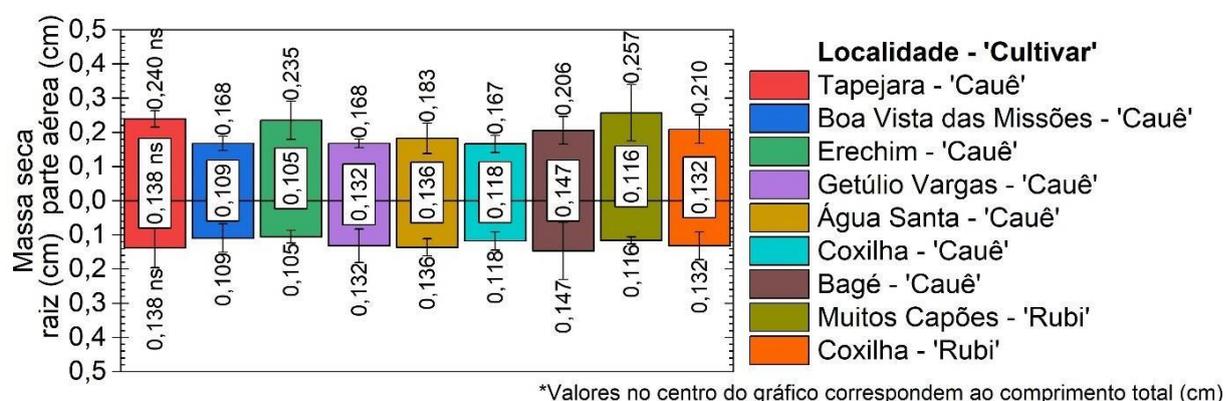


Figura 16. Massa seca de parte aérea, raiz e total da emergência de plântulas em canteiro das localidades em estudo e das cultivares, safra 2020/2021.

De acordo com Toledo et al. (2009), a qualidade fisiológica das sementes é sensivelmente influenciada pelas condições ambientais, o que tem um impacto direto tanto no crescimento das plantas quanto na produção das próprias sementes. Essa relação é particularmente relevante para a cevada, uma vez que é uma planta de metabolismo do tipo C3. Nesse contexto, em situações caracterizadas por temperaturas elevadas e intensa radiação solar, a cevada pode entrar em um processo de fotorrespiração, no qual ocorre a incorporação de ribulose-1,5-bisfosfato em vez de carbono, levando à diminuição da eficiência da fotossíntese (RODRIGUES et al., 2015). Essa diminuição na taxa de fotossíntese acaba por prejudicar a formação de biomassa nas culturas e influenciar a conversão e o depósito dos produtos da fotossíntese nas células do endosperma, impactando assim a estrutura e o desenvolvimento do embrião (HEINEMANN et al., 2006). Importante notar que, durante o decorrer do experimento, as temperaturas se mantiveram dentro de limites adequados, evitando assim efeitos prejudiciais à germinação das sementes produzidas.

A figura 17, demonstra os resultados da área foliar da emergência de plântulas em canteiro após 21 dias das localidades em estudo e das cultivares, safra 2020/2021, onde as médias seguidas por *ns* não diferem significativamente entre si. É essencial compreender que a relação existente entre a área foliar é dada pela estimativa da parte vegetativa da planta para a realização da síntese de metabolismo no qual, os melhores resultados foram encontrados nas localidades de Tapejara apresentando um resultado de 48,9 mm² e de Muitos Capos com 50,7mm², podendo observar que em decorrência dos melhores resultados encontrados nos testes que antecedem, Tapejara obteve um destaque significativo entre as localidades.

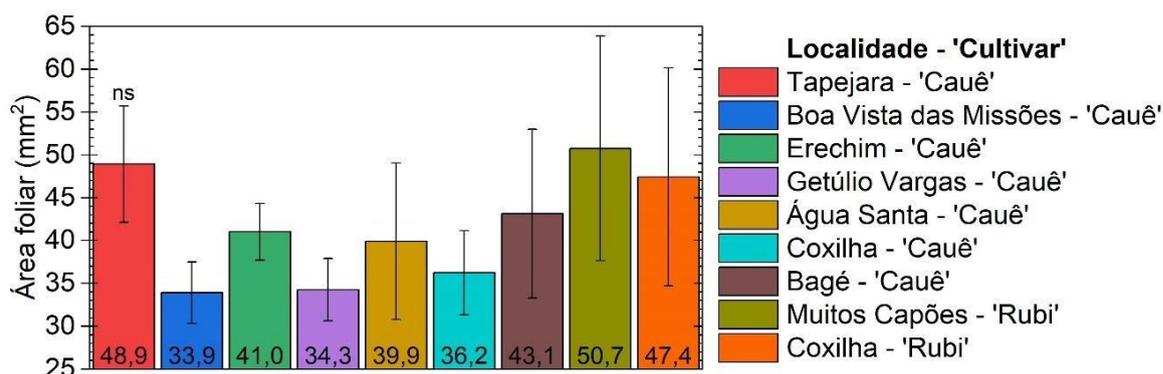


Figura 17. Área foliar da emergência de plântulas em canteiro após 21 dias das localidades em estudo e das cultivares, safra 2020/2021.

Conforme Tironi et al.(2014), as datas de emergência influenciam na diminuição da área foliar. No entanto, quando ocorre a competição entre plantas daninhas e plantas cultivadas, que emergiram simultaneamente, ou seja, no mesmo dia, as áreas foliares se igualaram.

A área foliar, juntamente com uma velocidade de emergência mais rápida, estatura maior e maior produção de massa seca, são características que estão correlacionadas com uma maior habilidade competitiva das plantas (TAVARES, 2015). Um aumento na área foliar resulta em uma maior interceptação de radiação solar e um maior sombreamento das plantas concorrentes. Por outro lado, uma menor área foliar está associada a plantas com menor capacidade competitiva. Quando a cultura é sombreada pela espécie daninha, é possível ocorrer reduções significativas nessa variável, chegando a até 80% de redução (GALON et al., 2016).

A figura 18, demonstra os resultados da clorofilas *a* e *b*, mensuradas na emergência de plântulas em canteiro das localidades em estudo e das cultivares, safra 2020/2021, onde as médias seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente entre si, observadas para o índice de clorofila *a* e as médias seguidas por *ns* também não diferem significativamente entre si, observadas para o índice de clorofila *b*.

Nota-se na figura 18 que existe diferença significativa nas análises das localidades para o índice de clorofila *a*, apresentando resultados de 17,6 para a localidade de Tapejara, 17,0 para a localidade de Boa Vista das Missões, 16,7 para Erechim, 17,3 para Getúlio Vargas, e apresentando os melhores resultados para Bagé com 18,7 e Coxilha com 21,1, diferindo estatisticamente das localidades de Coxilha

com 15,3 e Muitos Capões com 12,3. Enquanto para o índice de Clorofila *b*, não houve diferença significativa entre as localidades.

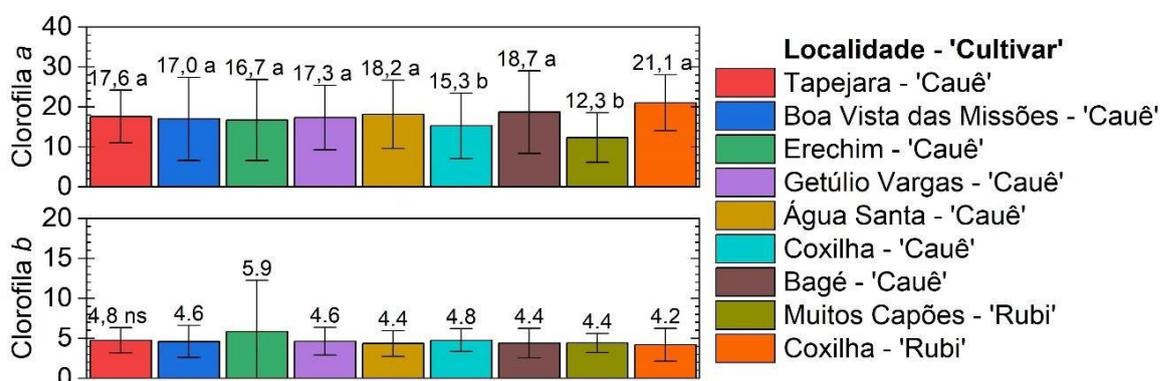


Figura 18. Clorofilas a e b, mensuradas na emergência de plântulas em canteiro das localidades em estudo e das cultivares, safra 2020/2021.

Para Pies et al. (2019) a competição entre a espécie daninha e a cultura se inicia desde o início do desenvolvimento dessas plantas, e essa competição pode ter afetado o crescimento da cultura e a quantidade de clorofila presente nela. Isso pode ser atribuído à elevada competição por nitrogênio, um nutriente muito demandado por ambas as espécies. A quantidade de clorofila na cultura está positivamente correlacionada com a produção de grãos em cereais de inverno, conforme observado por Theago et al. (2014).

Conforme mencionado por Kerbauy (2008), as plantas promovem seu crescimento e produtividade por meio dos processos fotossintéticos. Esses processos estão diretamente relacionados à qualidade da luz que é interceptada pelas folhas e ao índice de área foliar.

A qualidade da luz é um fator crucial para a eficiência fotossintética das plantas. A capacidade de absorver luz em diferentes comprimentos de onda, como vermelho e azul, é fundamental para a realização da fotossíntese. A qualidade da luz também pode afetar a taxa de abertura dos estômatos, a síntese de clorofila e a atividade dos pigmentos fotossintéticos.

Além disso, o índice de área foliar, que representa a área total das folhas em relação à área terrestre ocupada pela planta, desempenha um papel importante no crescimento e na produtividade das plantas. Quanto maior o índice de área foliar, maior a superfície disponível para captura de luz e realização da fotossíntese, o que

geralmente resulta em maior produção de biomassa e maior eficiência no uso dos recursos.

Dessa forma, a qualidade de luz interceptada pelas folhas e o índice de área foliar são elementos fundamentais para o crescimento e a produtividade das plantas, uma vez que influenciam diretamente os processos fotossintéticos e a utilização eficiente dos recursos disponíveis.

Em suma, os resultados apresentados, pode-se observar que a análise das porcentagens de sementes germinadas na primeira e segunda contagem revelou diferenças estatísticas, com Bagé apresentando o menor resultado entre as localidades. Além disso, as sementes viáveis das diferentes localidades estudadas, conforme avaliado pelo teste de tetrazólio, exibiram valores superiores aos padrões estabelecidos pelas normativas vigentes.

No que diz respeito ao crescimento das plântulas, as medições de comprimento da parte aérea, raiz e total demonstraram variações entre as localidades, destacando-se Coxilha e Muitos Capões com os melhores resultados para o comprimento da parte aérea, enquanto Erechim e Bagé apresentaram os menores valores para o comprimento total. Para a massa das partes aérea e total, não houve diferenças estatísticas, embora a massa seca de raiz tenha apresentado variações, sendo Coxilha a localidade com menor valor.

Ao avaliar o envelhecimento acelerado, observou-se que não houve diferença estatística entre as plântulas classificadas como mortas, anormais e duras após 24 horas, mas ocorreu diferença significativa nas plântulas classificadas como normais, com destaque para Tapejara, Boa Vista das Missões, Água Santa e Coxilha. No período de 48 horas, as variações estatísticas se deram nos índices de sementes duras e plântulas anormais, com Coxilha exibindo os menores resultados. No intervalo de 72 horas, não foram observadas diferenças significativas em sementes duras e plântulas anormais, enquanto as localidades de Boa Vista das Missões, Erechim, Getúlio Vargas, Água Santa e Coxilha exibiram os melhores resultados nos índices de sementes mortas e plântulas anormais.

Quanto aos índices de emergência de plântulas, massa seca e área foliar em canteiro, não foram registradas diferenças estatísticas relevantes, exceto para o comprimento das plântulas, onde Muitos Capões e Coxilha apresentaram os melhores resultados no comprimento total e da parte aérea, enquanto Erechim, Getúlio Vargas, Água Santa e Muitos Capões se sobressaíram no comprimento das raízes.

Finalmente, no que concerne aos índices de Clorofila a e Clorofila b, observaram-se diferenças estatísticas, indicando que Coxilha e Muitos Capões apresentam os menores resultados para Clorofila a, enquanto não foram identificadas diferenças significativas entre as localidades para Clorofila b. Em síntese, essas conclusões reforçam a influência das condições ambientais nas características das sementes e plântulas de cevada, reiterando a relevância de considerar esses fatores no contexto da produção agrícola.

4.4 CONCLUSÃO

Os resultados desta pesquisa revelam variações significantes entre as diferentes localidades estudadas em relação às propriedades das sementes e plântulas de cevada. A germinação variou entre localidades, com Bagé apresentando menor taxa. Comprimentos das partes aéreas e raízes mostraram diferenças, com Coxilha e Muitos Capões se destacando em comprimento aéreo. O teste de tetrazólio indicou alta viabilidade das sementes, superando os padrões estabelecidos. No teste de envelhecimento acelerado, diferenças ocorreram em categorias normais e mortas. No canteiro, não houve diferenças na emergência, massa seca e área foliar, mas no comprimento das plântulas houve variação. Em relação aos índices de clorofila, Coxilha e Muitos Capões apresentaram os menores resultados para Clorofila a. Em síntese, estas conclusões ressaltam a influência das condições ambientais nas características das sementes e plântulas de cevada, destacando a relevância de considerar esses fatores na prática agrícola.

5 CAPÍTULO III

TIPIFICAÇÃO BIOQUÍMICA DO DESEMPENHO DA CEVADA PROVENIENTES DE DIFERENTES AMBIENTES ECOFISIOLÓGICOS

5.1 INTRODUÇÃO

A cevada (*Hordeum vulgare L.*) é um cereal de inverno com múltiplos usos, tanto na alimentação animal, como pastagens e ração, quanto na alimentação humana para a fabricação de farinhas e, principalmente, na indústria cervejeira para a obtenção do malte (FERREIRA, 2015). Sendo amplamente reconhecida como um cereal de grande importância, posicionando-se logo abaixo do milho, arroz e trigo em termos de relevância (FAOSTAT, 2018). No Brasil, a produção de cevada está concentrada nos três estados da região sul: Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná (PINHEIRO & GHESTI, 2018).

A qualidade bioquímica das sementes desempenha um papel fundamental na produção de diversas culturas, incluindo milho, arroz, soja, trigo, entre outras. A análise dos compostos bioquímicos presentes nas sementes fornece informações valiosas sobre sua qualidade nutricional, capacidade de germinação e resistência a estresses bióticos e abióticos. Esses aspectos são influenciados por diversos fatores, como genótipo das plantas, ambiente de cultivo e práticas agronômicas empregadas (HUSSAIN et al., 2019).

Os lipídios presentes nas sementes desempenham um papel crucial no desenvolvimento das plântulas e na qualidade nutricional dos grãos produzidos, uma vez que são fontes de ácidos graxos essenciais (ZHANG et al., 2015). Além disso, as enzimas hidrolíticas têm um papel fundamental na conversão do amido, que é a principal forma de armazenamento em cereais, em açúcares solúveis (LI et al., 2014).

Essas enzimas desempenham um papel essencial nos processos de germinação e maltagem, com destaque para as enzimas α e β -amilases (SCHMITT et al., 2013). A produção dessas enzimas é controlada pelos genes e é significativamente influenciada pelo ambiente. A expressão desses genes ocorre em estágios específicos de desenvolvimento, em órgãos e tecidos particulares, ou em resposta a estímulos específicos (RAMÍREZ et al., 1991).

Os açúcares são carboidratos que podem ser divididos em açúcares redutores e não redutores. Os açúcares redutores são compostos por monossacarídeos que possuem grupos aldeídos ou cetonas livres, o que lhes permite reduzir sais de cobre, prata e bromo em soluções alcalinas. Por outro lado, os açúcares não redutores, como os dissacarídeos, não possuem grupos aldeídos ou cetonas livres e, portanto, não têm a capacidade de reduzir sais. Esses açúcares são chamados de não redutores. Para quantificá-los como açúcares solúveis totais (AST), é necessário realizar uma hidrólise prévia para quebrar as ligações glicosídicas e formar monossacarídeos (SILVA et al., 2003; BRUICE, 2014; DOS SANTOS, GEMMER, OLIVEIRA, 2016).

Durante o ciclo de desenvolvimento das plantas, ocorrem simultaneamente vários eventos cruciais, como o crescimento vegetativo, o florescimento e a maturação dos frutos. Cada um desses eventos desempenha um papel importante na produção final e requer um equilíbrio adequado. Essa sincronização é essencial devido à competição interna por carboidratos derivados da fotossíntese (ROSOLEM, 2002).

Os Bioativadores são compostos orgânicos complexos que modificam o crescimento e têm a capacidade de influenciar fatores de transcrição nas plantas. Eles facilitam a expressão do potencial genético, especialmente em relação às características que conferem resistência a fatores de estresse. Além disso, estimulam o crescimento radicular, o que resulta em uma maior absorção de água e nutrientes. Esses compostos também afetam a expressão dos genes envolvidos na síntese e ativação de enzimas relacionadas ao crescimento das plantas, bem como a produção de aminoácidos e precursores de hormônios vegetais. O aumento da massa radicular permite uma maior ocupação do solo, o que leva a uma maior capacidade de absorção de água e minerais, beneficiando o metabolismo e aumentando a tolerância ao estresse (CASTRO et al., 2008).

Compreender os principais processos fisiológicos que ocorrem durante os estágios de desenvolvimento das plantas é essencial para o manejo adequado da cultura, com o objetivo de obter altos rendimentos e maximizar a rentabilidade do cultivo (ROSOLEM, 2001).

O teor de clorofila, pigmento vegetal responsável pela captação de energia luminosa, desempenha um papel fundamental na fase fotoquímica da fotossíntese. Durante a senescência foliar, a clorofila é degradada, e seus constituintes são translocados e alocados em órgãos com alta capacidade de demanda (BUCHANAN, 2009).

Com o objetivo de expandir as áreas de produção de sementes de cevada com elevados níveis de qualidade, este estudo buscou realizar a tipificação bioquímica da cevada proveniente de diferentes ambientes ecofisiológicos no estado do Rio Grande do Sul.

5.2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi conduzido no Laboratório Didático de Análise de Sementes Flávio Faria Rocha integrado ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, no Departamento de Fitotecnia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

Foram utilizadas sementes de duas cultivares de cevada, BRS CAUE e ABI RUBI recorrentes da safra 2020/2021.

O experimento contou com um delineamento experimental em esquema fatorial simples, sendo 2 cultivares em estudo, em 8 localidades (Figura 19), em quatro repetições de cada tratamento. Foram analisados peróxido de hidrogênio, peroxidação lipídica, enzimas antioxidantes (CAT, SOD, APX), extração de açúcares solúveis totais e teor de Clorofila a, b e total de plântulas.

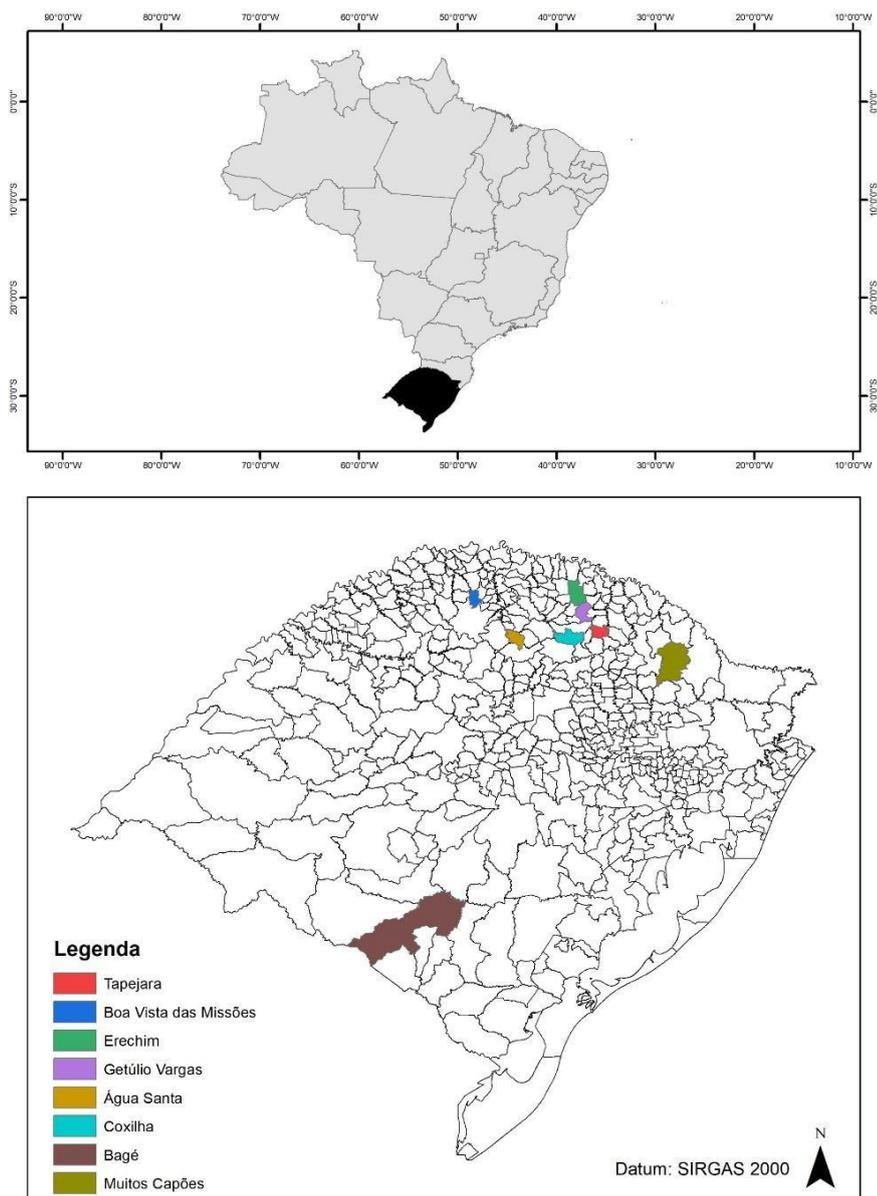


Figura 19. Mapa de localização dos municípios de origem das sementes.

Para o trabalho foram realizados o estudo das características bioquímicas dos materiais por área de coleta. Onde, após a conclusão do teste de germinação, as plântulas foram coletadas e colocadas em sacos plásticos herméticos. Em seguida, foram armazenadas a uma temperatura de -80°C em um ultra freezer até a análise das amostras.

A peroxidação lipídica e o teor de peróxido de hidrogênio (H_2O_2) foram determinados em 250 mg de matéria fresca de plântulas. Os tecidos foram macerados em solução de ácido tricloroacético (TCA) a 0,1 %. O homogêneo será centrifugado a

12.000g, durante 20 minutos, sendo o sobrenadante transferido para microtubos Eppendorf, de 2 mL.

Peróxido de hidrogênio: A quantificação do peróxido foi determinada de acordo com metodologia proposta por (Velikova et al., 2000). Em tubos de ensaio contendo tampão fosfato de potássio 10 mM pH 7,0 e KI 1 M, será adicionada uma alíquota do sobrenadante, seguido de incubação a 30°C, por 10 minutos. As leituras serão realizadas em espectrofotômetro a 390nm. A concentração foi calculada a partir de uma curva padrão de H₂O₂ com concentrações de 20 µL, 40 µL, 60 µL, 80 µL, 100 µL, 120 µL, 140 µL e 160 µL. conforme a necessidade de adequação e expressa em µmol de H₂O₂g-1MF. Os resultados foram expressos em µmol de H₂O₂ g-1 de matéria fresca (MF).

Peroxidação lipídica: Foi determinada por meio da quantificação de espécies reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBA), conforme descrito por (Cakmak & Horst, 1991). Ao meio de reação, composto por 0,5 % (p/v) de ácido tiobarbitúrico (TBA) e 10 % (p/v) de TCA, foi adicionada uma alíquota do sobrenadante, sendo posteriormente incubado a 90 °C, por 20 minutos. A reação foi paralisada por resfriamento rápido em gelo por 10 minutos, logo após a retirada do meio de incubação. As leituras foram realizadas em espectrofotômetro, a 535 nm e 600 nm. O TBA formou complexos de cor avermelhada com aldeídos de baixa massa molecular, como o malonodialdeído (MDA), produto secundário do processo de peroxidação. A concentração do complexo MDA/TBA foi calculada pela equação: $[MDA] = (A_{535} - A_{600}) / (\xi \cdot b)$, onde ξ : coeficiente de extinção = $1,56 \cdot 10^{-5} \text{cm}^{-1}$, e b : comprimento ótico = 1. A peroxidação foi expressa em µmol de MDA-TBAg-1 MF.

As enzimas antioxidante foram avaliadas através da atividade específica das enzimas superóxido dismutase (SOD), catalase (CAT) e ascorbato peroxidase (APX). As amostras de plântulas (aproximadamente 250 mg) foram maceradas com auxílio de nitrogênio líquido (N₂) e polivinilpolipirrolidona (10 %), sendo homogeneizados em 1,5 mL do tampão de extração fosfato de potássio 100 mM pH 7,8, contendo EDTA 0,1 mM e ácido ascórbico 10 mM. Homogeneizado será centrifugado a 13.000 g, por 20 minutos, a 4 °C e o sobrenadante, coletado para determinação da atividade das enzimas e para a quantificação das proteínas pelo método de (Brandford, 1976).

Catalase (CAT): Foi realizada conforme o método descrito por Azevedo et al., (1998), com base no consumo de H₂O₂ (coeficiente de extinção 39,4 mM cm⁻¹). O meio de reação será composto por tampão fosfato de potássio 100 mM (pH7,0). H₂O₂ 12,5

mM, água e o extrato enzimático, sendo a atividade monitorada pelo decréscimo na absorbância a 240nm durante dois minutos incubado a 28°C. Os resultados foram expressos em $\mu\text{mol H}_2\text{O}_2\text{min}^{-1}\text{ mg}^{-1}$ de proteína.

Superóxido dismutase (SOD): Foi avaliada pela capacidade da enzima em inibir a foto redução do azul de nitrotetrazólio (NBT) (Giannopoulos & Ries, 1977), em um meio de reação composto por fosfato de potássio 100 mM pH 7,8, metionina 14 mM, EDTA 0,1 μM , NBT 75 μM e riboflavina 2 μM . A placa com o meio de reação e a amostra foram iluminados por 10 minutos, com uma lâmpada fluorescente de 20 W. Um controle, contendo o mesmo meio de reação sem a amostra foi iluminado e um branco, contendo o meio de reação sem amostra e o meio de reação, permanecerá no escuro. As leituras foram realizadas a 560 nm e o cálculo da enzima foi realizado com base na equação: % de inibição = $(A_{560} \text{ amostra com extrato enzimático} - A_{560} \text{ controle sem enzima}) / (A_{560} \text{ controle sem enzima})$, considerando que uma unidade da SOD corresponde à quantidade de enzima capaz de inibir em 50 % a foto redução do NBT nas condições de ensaio. Os resultados foram expressos em Um g^{-1} de proteína.

Ascorbato peroxidase APX: Foi determinada segundo Nakano & Asada (1981), monitorando-se a taxa de oxidação do ascorbato (ASA), a 290 nm. O meio de reação composto de tampão fosfato de potássio 100 mM pH 7,0, ácido ascórbico 0,5 mM e H_2O_2 0,1 mM e incubado a 28 °C. O decréscimo na absorbância foi monitorado por um período de dois minutos a partir do início da reação. A atividade da enzima foi calculada utilizando o coeficiente de extinção molar de 2,8 $\text{mol}^{-1}\text{L cm}^{-1}$. Os resultados foram expressos em $\mu\text{mol ASA min}^{-1}\text{mg}^{-1}$ de proteína.

Extração de açúcares solúveis totais: A determinação dos teores de açúcares solúveis totais foi realizada utilizando a metodologia descrita por Grahman & Smydzuk (1965). Para cada amostra, tanto no grupo de restrição hídrica quanto no grupo de controle, foram pipetadas alíquotas de 0,02 mL e 0,05 mL, respectivamente, devidamente diluídas. Além disso, também foram preparados tubos de ensaio contendo um branco e padrões de concentrações conhecidas de glicose (15-200 μg de glicose/mL). Todos os tubos de ensaio foram previamente resfriados em um banho de gelo. Em seguida, adicionou-se 3 mL de uma solução de antrona resfriada (0,15% em H_2SO_4 70%) a cada tubo. Os tubos foram imediatamente tampados com bolas de vidro e incubados por 15 minutos a uma temperatura de 90°C em banho-maria. Após a incubação, os tubos foram transferidos para um ambiente sem luz e resfriados até

atingirem a temperatura ambiente. Nesse momento, foram agitados e as densidades ópticas foram medidas a 620 nm utilizando um espectrofotômetro. Os resultados obtidos foram expressos em mg.g⁻¹ de matéria fresca (MF), representando o teor de açúcares solúveis totais.

Teor de Clorofila a, b e total de plântulas: A quantificação do teor de clorofila foi efetuada por meio de quatro amostras de 0,2 gramas por tratamento, aos sete dias após a semeadura, a partir de plântulas provenientes do teste de germinação. O material vegetal fresco foi macerado em 15mL de acetona, 80% em gral com pestilo, em sala com luz verde. O macerado será submetido à filtração simples e o volume de acetona completado para 25mL (Arnon, 1949). Os dados obtidos foram calculados segundo Lichtenthaler (1987) e expressos em mg de clorofila g⁻¹ massa fresca.

Os resultados foram submetidos a análise estatística pelo teste de Scott- Knott a nível de 5% de probabilidade.

5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da figura 20 são referentes ao desdobramento dos efeitos simples da interação de peróxido de hidrogênio em plântulas de cevada produzidas em diferentes ambientes, podendo observar que mesmo os melhores resultados encontrados nas localidades de Tapejara e Coxilha e o resultado mais baixo encontrado em Erechim não houve diferença significativa, onde as médias seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente entre si.

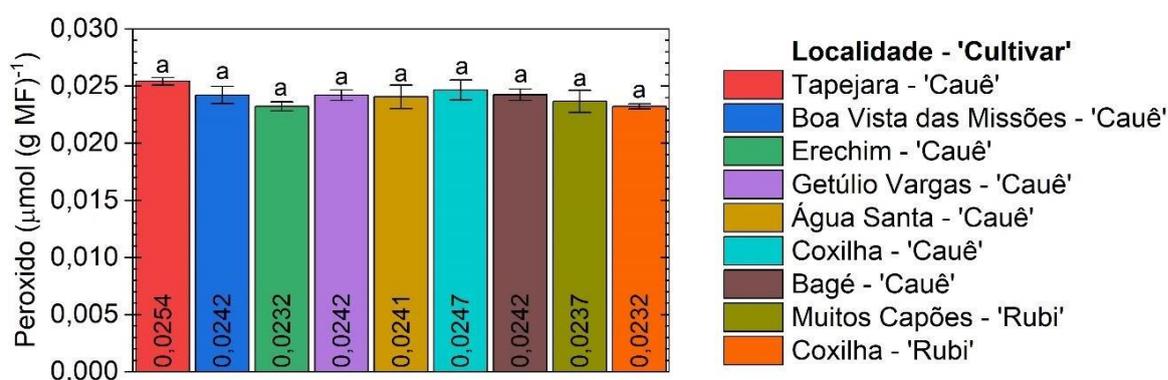


Figura 20. Desdobramento dos efeitos simples da interação de peróxido de hidrogênio em plântulas de cevada produzidas em diferentes ambientes, 2022.

De acordo com estudos realizados por Jarwar et al. (2019), a base genética de uma cultivar pode ter um impacto significativo tanto no rendimento final da cultura quanto na qualidade fisiológica das sementes produzidas. A genética das plantas desempenha um papel fundamental na determinação de características importantes, como vigor e taxa de germinação das sementes.

Para os dados de desdobramento dos efeitos simples da interação de peroxidação em plântulas de cevada produzidas em diferentes ambientes apresentados na figura 21, onde as médias seguidas por *ns* não diferem significativamente entre si, mesmo observando que os melhores resultados encontrados nas localidades de Tapejara, Coxilha e Muitos Capões. Por outro lado, nas localidades de Erechim, Getúlio Vargas, Água Santa e Bagé foram encontrados os menores resultados. Ao comparar os resultados encontrados nas figuras 20 e 21, percebe-se que existe uma relação diretamente proporcional nos valores encontrados nas localidades.

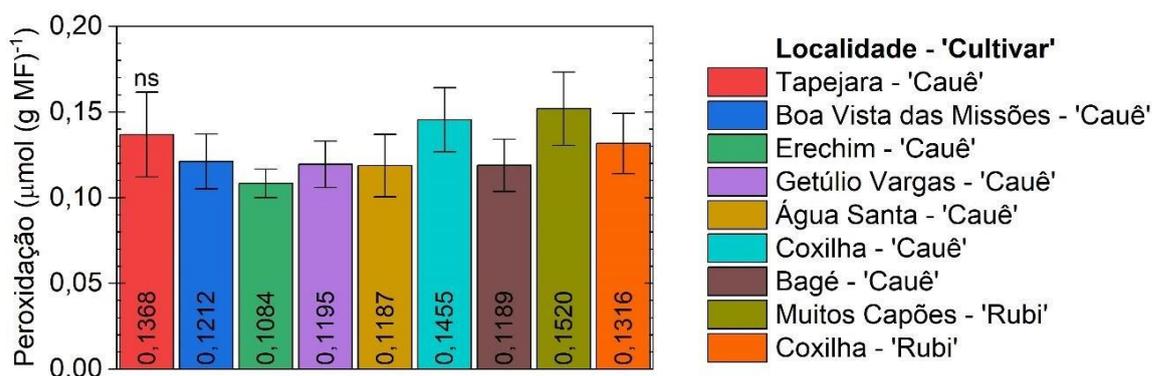


Figura 21. Desdobramento dos efeitos simples da interação de peroxidação em plântulas de cevada produzidas em diferentes ambientes, 2022.

A peroxidação lipídica é um processo que ocorre quando as plantas são expostas a condições de estresse, e o mecanismo antioxidante não consegue eliminar eficientemente o excesso de espécies reativas de oxigênio. Isso leva a danos oxidativos nos lipídios, causando alterações e deterioração celular. Segundo Akhita et al.(2015), a peroxidação lipídica é uma consequência dos danos oxidativos resultantes de situações estressantes enfrentadas pelas plantas.

Essa reação de peroxidação ocorre devido à ação de espécies reativas de oxigênio, como os radicais livres, que são produzidos durante o estresse oxidativo. Esses radicais livres podem causar danos nas membranas celulares e em outras estruturas lipídicas, resultando em perda da integridade celular e comprometimento das funções fisiológicas.

Ainda sobre a pesquisa de Akhita et al.(2015) ressalta a importância do equilíbrio entre os mecanismos antioxidantes e a produção de espécies reativas de oxigênio nas plantas. Em situações em que o estresse é intenso e prolongado, os níveis de espécies reativas de oxigênio podem exceder a capacidade antioxidante das plantas, levando à peroxidação lipídica e à consequente deterioração celular. Esses estudos são relevantes para entender os mecanismos de resposta das plantas ao estresse oxidativo e podem auxiliar no desenvolvimento de estratégias para melhorar a tolerância das plantas a condições adversas. Compreender os processos envolvidos na peroxidação lipídica é fundamental para o manejo adequado das culturas e para a busca de soluções que minimizem os efeitos negativos do estresse oxidativo nas plantas.

Ao identificar as maiores concentrações de APX, entende-se que como a enzima é fundamental para o metabolismo antioxidante na sua função de doador de elétrons e de catalisador da decomposição do peróxido de hidrogênio, podendo ser utilizado em situações de estresses abióticos ou bióticos pelo metabolismo, o desdobramento dos efeitos simples da interação de Ascorbato Peroxidase – APX em plântulas de cevada produzidas em diferentes ambientes, apresentadas na figura 22 demonstram que os nas localidades, onde as médias seguidas por *ns* não diferem significativamente entre si.

Quando há um aumento na produção de espécies reativas de oxigênio, as células vegetais ajustam seu estado redox por meio de um sistema antioxidante, conforme destacado por Elakhdar et al. (2022). Enzimas antioxidantes, como a catalase, superóxido dismutase e ascorbato peroxidase, desempenham um papel importante na defesa das plantas contra os efeitos prejudiciais dessas espécies reativas de oxigênio, reduzindo a quantidade de superóxido e peróxido de hidrogênio presentes nas plantas, conforme apontado por Barbosa et al. (2014) e Zahedi et al. (2016).

No entanto, a atividade enzimática pode variar dependendo do período em que a planta é submetida ao estresse, da sua gravidade, da espécie vegetal, da idade da planta e da capacidade da planta em tolerar os estresses, como mencionado por Akitha e Giridhar (2015). Essa variação na atividade enzimática pode ser influenciada por diversos fatores, que podem modular a resposta antioxidante da planta diante do estresse oxidativo.

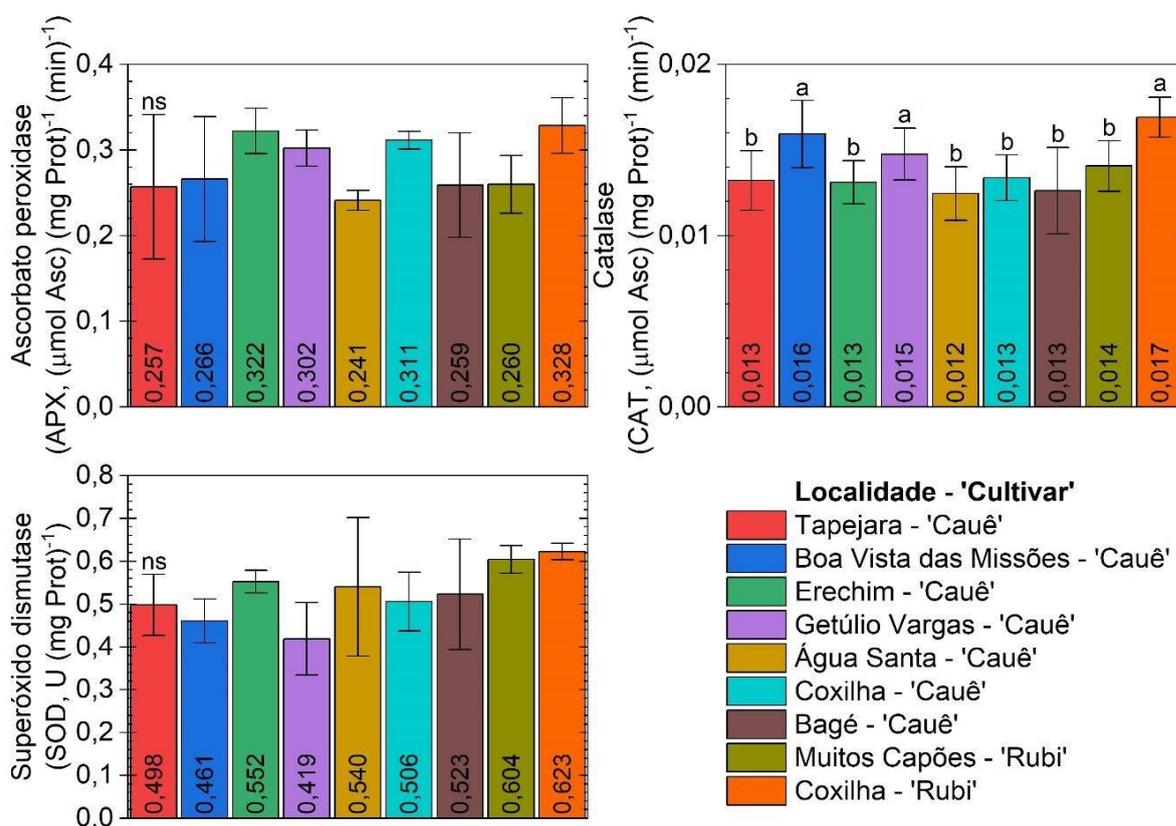


Figura 22. Desdobramento dos efeitos simples da interação de Ascorbato Peroxidase – APX, Catalase – CAT e Superóxido dismutase - SOD em plântulas de cevada produzidas em diferentes ambientes, Capão do Leão, 2022.

Ainda na figura 22, estão apresentados os resultados para o desdobramento dos efeitos simples da interação de Catalase – CAT em plântulas de cevada produzidas em diferentes ambientes, onde as médias seguidas por letras iguais não diferem significativamente entre si, no qual observa-se que os melhores resultados se encontram nas localidades de Boa Vista das Missões, Getúlio Vargas e Coxilha, diferindo estatisticamente das demais localidades. Esses resultados nos levam a acreditar que para estes ambientes houve um aumento na tolerância ao estresse devido as condições ambientais que as localidades passaram neste período da safra.

Nota-se ainda, a relação entre os resultados apresentados nos para as enzimas APX e CAT, figura 22, onde as localidades de Boa Vista das Missões e Erechim apresentam resultados inversamente proporcionais, enquanto para as localidades de Getúlio Vargas e Coxilha apresentam resultados diretamente proporcionais.

A superóxido dismutase – SOD é considerada uma importante defesa antioxidante nas células expostas ao oxigênio, estando relacionada a defesa das plantas, agindo como reguladores vegetais aos estresses ambientais que as plantas

podem sofrer, aumentando a tolerância delas, pode-se observar que o dados apresentados na figura 22 mostram o desdobramento dos efeitos simples da interação de Superóxido dismutase - SOD em plântulas de cevada produzidas em diferentes ambientes, no qual para as localidades estudadas não ocorreu diferença estatística, onde as médias seguidas por *ns* não diferem significativamente entre si.

Ao apresentarmos as diferenças estatísticas das enzimas APX, CAT e SOD, observa-se que os resultados encontrados para APX e SOD diferem estatisticamente dos resultados de CAT, através da figura 22.

Nota-se que na figura 23, os dados que apresentam as médias seguidas de letras iguais não diferiram entre si para o desdobramento dos efeitos simples da interação de Açúcares Solúveis Totais em plântulas de cevada produzidas em diferentes ambientes, sendo favoráveis para as localidades de Boa Vista das Missões, Erechim, Getúlio Vargas, Água Santa, Coxilha e Bagé no qual apresentam-se com os maiores resultados. Já as localidades de Tapejara, Muitos Capões e Coxilha apresentaram os resultados menores.

Ressalto ainda, que entre as localidades que melhores apresentam a concentração de AST deve-se destacar a localidade Boa Vista das Missões e Bagé, enquanto as que apresentaram menores concentrações pode-se destacar a localidade Tapejara e Muitos Capões, apresentados na figura 23.

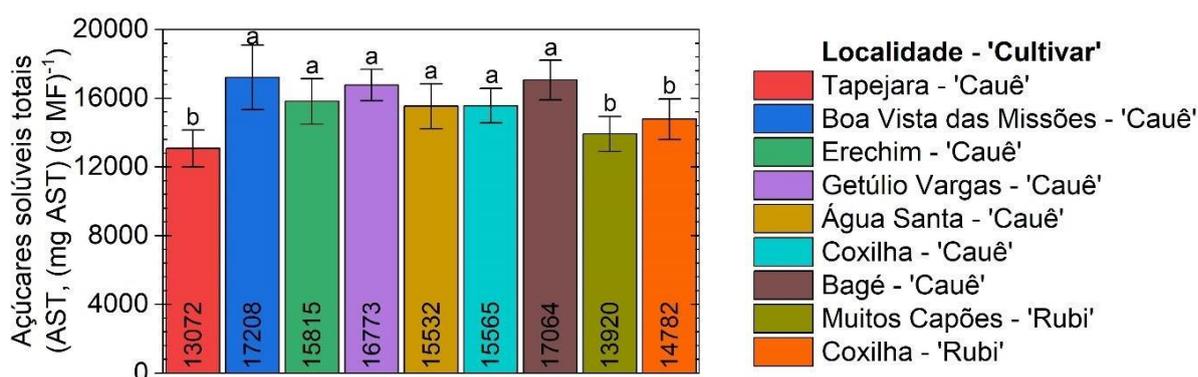


Figura 23. Desdobramento dos efeitos simples da interação de Açúcares Solúveis Totais em plântulas de cevada produzidas em diferentes ambientes, Capão do Leão, 2022.

A presença de concentrações de açúcares solúveis totais está relacionada ao desenvolvimento delas em condições climáticas favoráveis ou não, sofrendo assim alteração do metabolismo de crescimento das plantas.

Os açúcares solúveis desempenham um papel crucial no metabolismo celular, fornecendo carbono e contribuindo para o crescimento e a manutenção da estrutura das plantas, conforme mencionado por Singh et al. (2015). Além disso, esses açúcares exercem um papel fundamental no ajuste osmótico das células vegetais e atuam como sinalizadores moleculares, modulando genes relacionados à fotossíntese e à síntese de osmóticos, como destacado por Semida et al. (2020).

Em condições de estresse ambiental, os açúcares solúveis desempenham um papel crucial no suprimento de carboidratos às plantas, conforme ressaltado por Medyouni et al. (2021). A concentração aumentada de açúcares solúveis está diretamente relacionada aos mecanismos de defesa das plantas para tolerar estresses abióticos, como restrição hídrica e alta temperatura, como mencionado por Wu e Li (2022). Esses açúcares solúveis ajudam a manter a integridade celular, agindo como substitutos da água e fornecendo uma camada de hidratação ao redor das proteínas em situações de desidratação das plantas, como apontado por Sallam et al. (2019).

Essas evidências destacam a importância dos açúcares solúveis no metabolismo e na resposta das plantas ao estresse abiótico. O entendimento desses mecanismos pode fornecer percepções valiosas para o desenvolvimento de estratégias de manejo agrícola que promovam a resistência das plantas a condições adversas, contribuindo para o aumento da produtividade e da sobrevivência das culturas em ambientes estressantes.

Já para a figura 24, no desdobramento dos efeitos simples da interação de Teor de Clorofila *a*, *b*, Teor de Clorofila Total e Carotenoides de plântulas de cevada produzidas em diferentes ambientes, onde as médias seguidas de letras iguais não diferiram entre si.

Ao analisarmos separadamente os resultados, ainda na figura 23, percebe-se que para a clorofila *a*, *b*, total e carotenoides ocorreu diferença estatística entre as localidades, sendo que nas localidades de Erechim, Getúlio Vargas, Coxilha, Bagé, Muitos Capões e Coxilha apresentam os melhores resultados e diferiram das demais localidades de Tapejara, Boa Vista das Missões e Água Santa que apresentam os menores resultados.

Quando comparados apenas o teor de Clorofila *a* e *b* não houve diferença estatística entre eles, como demonstrado na figura 23, onde as médias seguidas por ns também não diferiram significativamente entre si.

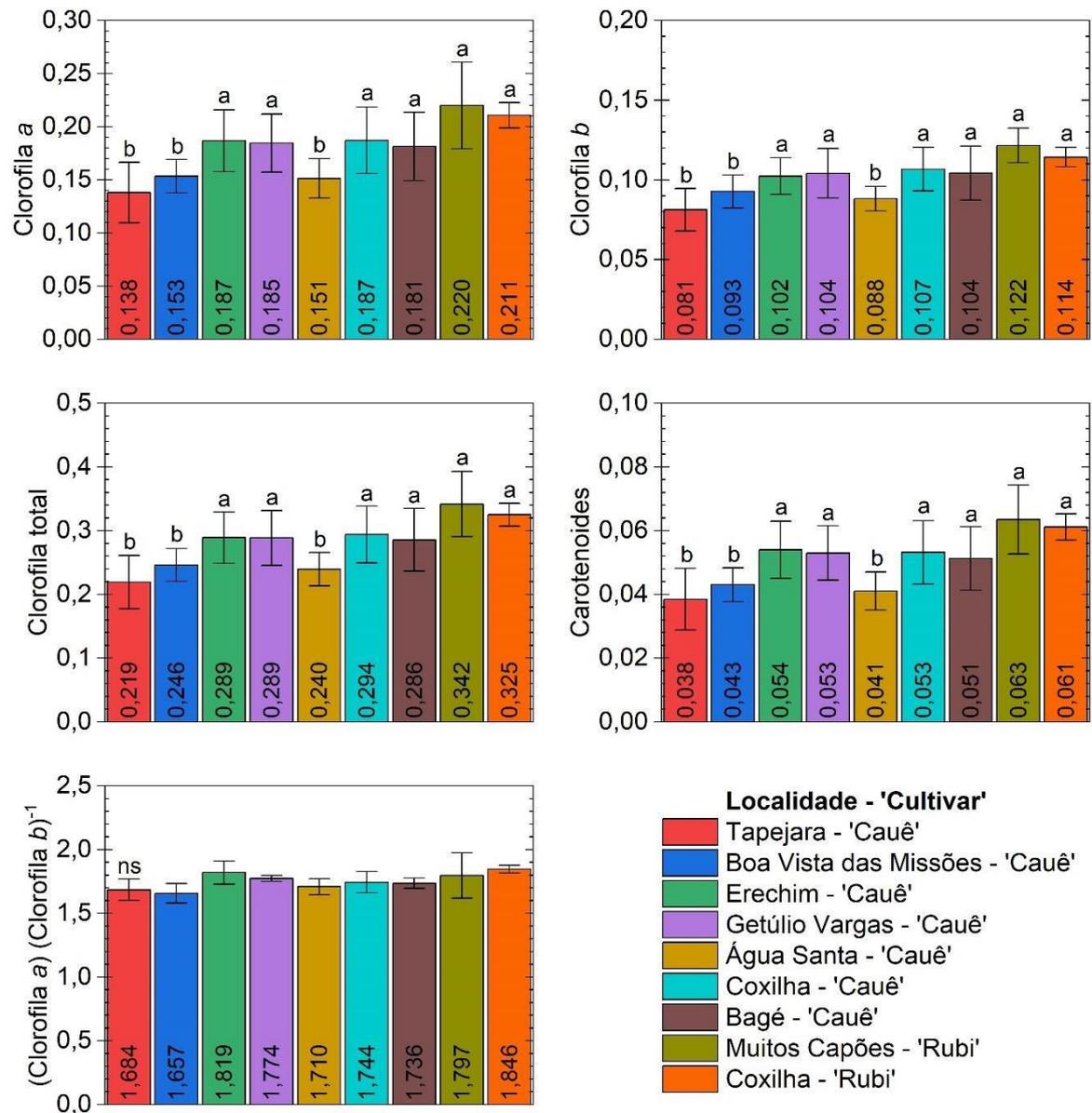


Figura 24. Desdobramento dos efeitos simples da interação de Teor de Clorofila a, b, Total de plântulas de cevada produzidas em diferentes ambientes, Capão do Leão, 2022.

A degradação da clorofila também está relacionada à manutenção da viabilidade durante o armazenamento. Estudos em *Arabidopsis thaliana* e *Medicago truncatula* demonstraram que mutantes com degradação de clorofila comprometida apresentaram redução na longevidade das sementes (ZINSMEISTER et al., 2016). Uma possível explicação para essa relação entre a degradação da clorofila e a longevidade das sementes pode estar na liberação de substratos necessários para a

síntese de tocoferóis, conhecidos antioxidantes envolvidos na longevidade das sementes (SANO et al., 2016; VOM DORP et al., 2015).

A longevidade das sementes é influenciada pelo ambiente, sendo a deterioração durante o armazenamento um estresse em particular. As sementes enfrentam diversos estresses quando são semeadas no campo, mas o armazenamento é especialmente desafiador (FINCH-SAVAGE; BASSEL, 2016). Fatores de estresse abiótico, como seca, calor, salinidade do solo e radiação ultravioleta, já estão causando perdas significativas na produção agrícola e devem se tornar ainda mais prevalentes devido às mudanças climáticas globais (WASSMANN et al., 2009; NOAA, 2016).

O estresse desencadeia uma ampla gama de respostas nas plantas, incluindo alterações na expressão gênica, metabolismo celular, taxa de crescimento e rendimento da cultura (BUCHANAN; GRUISSEM; JONES, 2015). A duração, a severidade e a velocidade com que o estresse é imposto afetam a forma como a planta responde, e a resistência e sensibilidade ao estresse variam de acordo com a espécie, genótipo, estágio de desenvolvimento e tipo de órgão ou tecido afetado (BUCHANAN; GRUISSEM; JONES, 2015).

Em síntese, nos desdobramentos dos efeitos singulares das interações entre peróxido e peroxidação, bem como das atividades de Ascorbato Peroxidase (APX) e Superóxido Dismutase (SOD) em plântulas de cevada provenientes de diversos ambientes, não foram observadas diferenças substanciais entre os tratamentos. Entretanto, ao explorar a interação da enzima Catalase (CAT) em plântulas de cevada originadas em diferentes cenários, destacam-se Boa Vista das Missões, Getúlio Vargas e Coxilha como localidades que exibiram os resultados mais favoráveis, contrastando com as demais.

Por outro lado, ao analisar os desdobramentos dos efeitos isolados da interação de Açúcares Solúveis Totais em plântulas de cevada cultivadas em distintos ambientes, ressalta-se que Boa Vista das Missões, Erechim, Getúlio Vargas, Água Santa, Coxilha e Bagé se destacaram ao apresentar resultados consideravelmente elevados.

Além disso, ao explorar os desdobramentos dos efeitos individuais da interação de Teor de Clorofila a, b, Teor de Clorofila Total e Carotenoides em plântulas de cevada cultivadas em ambientes diversos, verificou-se uma diferença estatisticamente significativa entre as localidades investigadas. Erechim, Getúlio Vargas, Coxilha, Bagé

e Muitos Capões exibiram desempenho superior, demonstrando-se distintos das demais regiões estudadas. Importante notar que não foi constatada diferença estatística na comparação entre os Teores de Clorofila a e b. Esses resultados enfatizam a complexidade das interações entre os fatores avaliados e suas respostas variáveis em conformidade com as condições de cultivo, ressaltando a necessidade de uma compreensão abrangente para otimizar o desenvolvimento das plântulas de cevada.

5.4 CONCLUSÃO

Em conclusão, ao investigar as interações entre peróxido e peroxidação, bem como as atividades de enzimas como Ascorbato Peroxidase (APX) e Superóxido Dismutase (SOD) nas plântulas de cevada cultivadas em ambientes diversos, não houve diferenças significativas entre os tratamentos. Contudo, a análise da enzima Catalase (CAT) destaca que as localidades de Boa Vista das Missões, Getúlio Vargas e Coxilha apresentaram resultados superiores, indicando uma influência específica desse fator. Por sua vez, ao avaliar as respostas das plântulas de cevada à interação dos Açúcares Solúveis Totais nos diferentes ambientes, as localidades de Boa Vista das Missões, Erechim, Getúlio Vargas, Água Santa, Coxilha e Bagé se sobressaíram com resultados mais elevados. Quanto aos efeitos das interações relacionadas aos Teores de Clorofila a, b, Teor de Clorofila Total e Carotenoides nas plântulas de cevada em ambientes distintos, evidenciou-se diferença estatística significativa entre as localidades de Erechim, Getúlio Vargas, Coxilha, Bagé e Muitos Capões demonstraram desempenho superior, destacando-se das demais localidades.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em resumo, a qualidade das sementes de cevada desempenha um papel fundamental no crescimento das áreas de produção. Sementes de alta qualidade, vigorosas e com alta germinação são essenciais para o estabelecimento bem-sucedido da cultura. Investir em sementes de cevada de qualidade não apenas aumenta a eficiência da produção e os rendimentos, mas também contribui para a uniformidade das plantas, resistência a doenças e estresses ambientais, e adaptação às condições adversas.

As análises físicas, fisiológicas e bioquímicas conduzidas nesta pesquisa forneceram entendimentos valiosos. Os resultados indicam que certas localidades têm o potencial de ampliar a produção de sementes de cevada destinadas à produção de malte. Destacando-se entre elas, Muitos Capões, Erechim e Tapejara demonstraram características essenciais para a produção de cevada para malteação, como peso de mil sementes e peso hectolitro.

A pesquisa também revelou variações significativas nas propriedades das sementes e plântulas de cevada entre as diferentes localidades. Os parâmetros de germinação, comprimento das partes aéreas e raízes, viabilidade das sementes pelo teste de tetrazólio e reações ao envelhecimento acelerado diferiram entre as regiões estudadas. Na prática de campo, a emergência, massa seca e área foliar não variaram, mas o comprimento das plântulas apresentou diferenças. Além disso, os índices de clorofila destacaram-se, com Coxilha e Muitos Capões apresentando os menores valores para Clorofila a.

No contexto das análises das interações envolvendo enzimas como Ascorbato Peroxidase (APX), Superóxido Dismutase (SOD) e Catalase (CAT), assim como a influência dos Açúcares Solúveis Totais e Teores de Clorofila nas plântulas de cevada cultivadas em ambientes diversos, observou-se um padrão de resultados interessante. Embora as interações tenham demonstrado resultados variados, as localidades de Boa Vista das Missões, Getúlio Vargas, Coxilha, Erechim, Água Santa, Bagé e Muitos Capões emergem com destaque em diferentes aspectos. Isso ressalta a complexidade das interações entre fatores e suas respostas variáveis sob diferentes condições de cultivo.

Em síntese, os achados ressaltam a importância crucial da qualidade das sementes de cevada para impulsionar o crescimento das áreas de produção e

alcançar resultados promissores na agricultura. Considerar as variações ambientais e fatores específicos das diferentes localidades é fundamental para otimizar a produção de sementes e plântulas de cevada, contribuindo para a sustentabilidade e eficiência da prática agrícola.

7 REFERÊNCIAS

- ABRANTES, F. L., KULCZYNSKI, S. M., SORATTO, R. P., & BARBOSA, M. M. M. Nitrogênio em cobertura e qualidade fisiológica e sanitária de sementes de painço (*Panicum miliaceum L.*). **Revista Brasileira de Sementes**, 32, 106-115, 2010.
- AGRINOVA. Grãos e Fibras: Recorde a caminho. **Revista AGRINOVA**. n. 1, p. 42-51. 2000.
- AKITHA DEVI, M.K.; GIRIDHAR, P. Variations in physiological response, lipid peroxidation, antioxidant enzyme activities, proline and isoflavones content in soybean varieties subjected to drought stress. **Proceedings National Academy Science**. v.85, p.35-44, 2015.
- AMARO, H. T. R.; DAVID, A. M. S. S.; ASSIS, M. O.; RODRIGUES, B. R. A.; CANGUSSU, L. V. S.; OLIVEIRA, M. B. Testes de vigor para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de feijoeiro. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 38, n. 3, p. 383-389, 2015.
- AMINI, R. Drought stress tolerance of barley (*Hordeum vulgare L.*) affected by priming with PEG. **International Journal of Farming and Allied Sciences**, v.2, p.803-808, 2013.
- ANDRADE, T., BRESOLIN, S., CAGLIARI, A., DE ARAUJO, E. B., & DE ALMEIDA, A. R. Caracterização Física, Fisiológica E Análise Da Fluidodinâmica De Grãos De Cevada Em Leito Fluidizado. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 11, n. 2, 2019.
- ARAÚJO, G. M. ET AL. CARVALHO, NM; NAKAGAWA, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. **CARACTERIZAÇÃO BIOMÉTRICA E GERMINAÇÃO DE MABOLO (*Diospyros blancoi Willd*)**, p. 56, 2014.
- ARNON, DANIEL I. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. **Plant physiology**, v. 24, n. 1, p. 1, 1949.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. (AOSA) Seed vigor teste committee. **Seed vigor testing handbook**. Lincoln, Contribution, 32. 1983. 88p.
- AZEVEDO, R. D., ALAS, R. M., SMITH, R. J., & LEA, P. J. Response of antioxidant enzymes to transfer from elevated carbon dioxide to air and ozone fumigation, in the leaves and roots of wild-type and a catalase-deficient mutant of barley. **Physiologia Plantarum**, v. 104, n. 2, p. 280-292, 1998.
- BARBOSA, M.R.; SILVA, M.M.A.; WILLADINO, L.; ULISSES, C.; CAMARAI, T.R. Geração e desintoxicação enzimática de espécies reativas de oxigênio em plantas. **Ciência Rural**, v.44, n.3, p.453-460, 2014.

RIBEIRO BARZOTTO, G., FERREIRA LIMA, S., FELICIANO SANTOS, O., LUIZ PIATI, G., & ROBERTO WASSOLOWSKI, C. Adubação nitrogenada e inoculação com *Azospirillum brasilense* em cevada. **Nativa**, v. 6, n. 1, p. 01-08, 2018.

BHATTACHARYYA, A. et al. Cereal seed protein and carbohydrate response to agronomic practices, environment and genotype: a review. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 95, n. 7, p. 1369-1379, 2015.

BRADFORD, MARION. M. A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilizing the Principles of protein-dye binding. **Analytical Biochemistry**, New York, v.72, n. 1/2, p. 248-254, 1976.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Abastecimento. Portaria nº 691, de 22 de novembro de 1996. **Aprova a Norma de Identidade e Qualidade da Cevada, para comercialização interna**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, p. 24751, 25 nov. 1996. Seção 1.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes** / Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. IN nº11, de 13 de março de 2013. **Regulamento Técnico do malte de cevada, definindo o seu padrão oficial de classificação, com os requisitos de identidade e qualidade**. Disponível em: <https://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=1050721743>. Acesso em 5 abr. 2023.

BRESSAN, Pamela Thaísa. **Qualidade das sementes de cevada em função da maturidade fisiológica: parâmetro fisiológico e expressão gênica diferencial de enzimas associadas à germinação**. 2018, 72f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2018.

BERLATO, MOACIR ANTONIO; CORDEIRO, ANA PAULA ASSUMPÇÃO. Sinais de mudanças climáticas globais e regionais, projeções para o século XXI e as tendências observadas no Rio Grande do Sul: uma revisão. **Agrometeoros**, v. 25, n. 2, 2018.

BIAZUS, V. **Produtividade e valor nutritivo de grãos de cevada superprecoce no outono em diferentes épocas de semeadura, doses de nitrogênio e espaçamentos**. 2015. 95 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da UPF, Passo Fundo, 2015.

BINOTTI, FLÁVIO FERREIRA DA SILVA et al. Efeito do período de envelhecimento acelerado no teste de condutividade elétrica e na qualidade fisiológica de sementes de feijão. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 30, p. 247-254, 2008.

BOYLES, S. L.; ANDERSON, V. L.; KOCH, K. B. Feeding barley to cattle, **Documento online**. Disponível em: <https://aqnr.osu.edu/sites/aqnr/files/imce/pdfs/Beef/FeedingBarleyToCattle.pdf> Acesso em 16 de janeiro de 2023.

BUCHANAN, B.; GRUISSEM, W.; JONES, R. Biochemistry & Molecular Biology of Plants 3 a Impressão. **American Society of Plant Physiologists, Rockville, Maryland, USA**, 2001.

BUCHANAN, B. B.; GRUISSEM, W.; JONES, R. L. **Biochemistry and Molecular Biology of Plants**. 2. ed. Chicester: Jonh Wiley and Sons Ltd, 2015. 1280 p.

BUENO, J.C.M.; JADOSKI, S.O.; POTT, C.A.; MACIEL, C.D.G. Riscos de déficit hídrico durante o ciclo de desenvolvimento da cevada em Guarapuava-PR, em diferentes condições climáticas. **Revista Brasileira de Climatologia**, n.16, v.22, p.818-832, 2020.

BRUICE, P. Y. Fundamentos de química orgânica. 2. Ed. São Paulo: **Pearson Education do Brasil**, 2014. E-book.

CAIERÃO, E.; CUNHA, G. R. ; PIRES, J. L. F. Cevada. In: MONTEIRO, J. E. B. A. Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola. Brasília: **INMET**, p.169- 181, 2009.

CAIRES, E, F.; MILLA, R. Adubação nitrogenada em cobertura para o cultivo de milho com alto potencial produtivo em sistema de plantio direto de longa duração. **Revista Bragantia**. v.75, n.1, p.87-95, 2016.

CAKMAK, I; HORST, W. J. Effect of aluminium on lipid peroxidation, superoxido dismutase, catalase, and peroxidases activities in root tips of soybean (*Glycine max*). **Physiologia Plantarum**, v. 83, n.3, p. 463-468, 1991.

CANTERI, M. G., ALTHAUS, R. A., VIRGENS FILHO, J. D., GIGLIOTI, E. A., & GODOY, C. V. **SASM-AGRI-Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scott-Knott, Tukey e Duncan**. 2001.

CASTRO, PAULO ROBERTO CAMARGO; PEREIRA, MARCELO ANDRADE. Bioativadores na agricultura. **Thiamethoxam**, 2008.

CASTRO, G.S.A.; COSTA, C.H.M.; NETO, J.F. Ecofisiologia da aveia branca. **Scientia Agraria Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon, v.11, n.3, p.1-15, 2012.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: FUNEP. p. 588, 2000.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. Sementes: Ciência e tecnologia da classificação fisiológica de sementes de espécies florestais pertencentes à família Lauraceae quanto à capacidade de armazenamento. **Cerne**. v.9, n.1, p. 29-35, 2000.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. Boletim da safra de grãos. **Documento online**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/infoagro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>**Acesso** Acesso em: 14 de fevereiro de 2023.

CORDOVA, Celso. **Produção de sementes de soja em uma empresa no município de Correntina - BA**. 2017. 46f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2017.

DAI, X. et al. Phenolic compounds and antioxidant properties of different varieties of barley (*Hordeum vulgare*). **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 66, n. 3, p. 600-608, 2018.

DAN, L.G.M.; BRACCINI, A.L.; BARROSO, A.L.L.; DAN, H.A.; PICCININ, G.G.; VORONIAK, J.M. Physiological potencial of soybean seeds treated with thiamethoxam and submitted to storage. **Agricultural Sciences**, v.4, n.11, p.19-25, 2013.

DE MORI, CLÁUDIA; MINELLA, EUCLYDES. Aspectos econômicos e conjunturais da cultura da cevada. **Embrapa Trigo-Documentos (INFOTECA-E)**, 2012.

DIAS, D. C. Maturação de sementes. **Seed News**, v.5, n.6, p.3-4,2021.

DE LUCENA MARINHO, J., SILVA, S. R., DE SOUZA, D. N., DE BATISTA FONSECA, I. C., BAZZO, J. H. B., & ZUCARELI, C. Rendimento de grãos e qualidade fisiológica de sementes de trigo influenciados pelo vigor inicial da semente, densidade de semeadura e condições ambientais. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 42, n. 3Supl1, p. 1595-1614, 2021.

DE TUNES, L. M., BARROS, A. C., BADINELLI, P. G., & OLIVO, F. Testes de vigor em função de diferentes épocas de colheita de sementes de cevada (*Hordeum vulgare* L.). **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 3, n. 4, p. 321-326, 2008.

DOS SANTOS, GABRIELA LIMA; GEMMER, RUAN EZEQUIEL; OLIVEIRA, ENIZ CONCEIÇÃO. Análise de açúcares totais, redutores e não-redutores em refrigerantes pelo método titulométrico de Eynon-Lane. **Revista Destaques Acadêmicos**, v. 8, n. 4, 2016.

ELAKHDAR, A.; SOLANKI, S.; KUBO, T.; ABED, A.; ELAKHDAR, I.; KHEDR, R.; HAMWIEH, A.; CAPO-CHICHI, L.J.A.; ABDELSATTAR, M.; FRANCKOWIAK, J.D.; QUALSET, C.O.; Barley with improved drought tolerance: Challenges and perspectives. **Environmental and Experimental Botany**, v.201, p.1-31, 2022

FAOSTAT. Statistical database. **Food**. agriculture organization of the United Nations, 2018.

FERREIRA, C. Cultivares de cevada semeadas em espaçamentos simples e pareado combinados com doses de adubo e densidade de semeadura. **Tese**. Ponta grossa. Universidade Estadual de ponta grossa. p.73, 2015.

FRANÇA NETO, J.B.; PEREIRA, L.A.G.; COSTA, N.P.; KRZYZANOWSKI, F.C.; HENNING, A.A. **Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1988. 60p.

FERREIRA, CAMILA. **Cultivares De Cevada Semeadas Em Espaçamentos Simples E Pareado Combinados Com Doses De Adubo E Densidades De Semeadura**. 2015. 73 F. Tese (Doutorado em Agricultura) - Universidade Estadual De Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2015.

FINCH-SAVAGE, W. E.; BASSEL G. W. Seed vigour and crop establishment: extending performance beyond adaptation. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 67, n. 3, p. 567-591, 2016.

GALON, L., TIRONI, S. P., ROCHA, P. R. R., CONCENÇO, G., SILVA, A. F., VARGAS, L., FERREIRA, F. A. Habilidade competitiva de cultivares de cevada convivendo com azevém. **Planta Daninha**, v. 29, p. 771-781, 2011.

GALON, L., FORTE, C. T., GIACOMINI, J. P., REICHERT, J., SCARIOT, M. A., DAVID, F. A., & PERIN, G. F. Competitive Ability of Lettuce with Ryegrass. **Planta Daninha**, v. 34, n. 2, p. 239–248, 2016.

GIANNOPOULOS, Konstantinos. **Portfolio risk analysis: conditional estimates of value-at-risk and international volatility spillovers**. 1997. Tese de Doutorado. London Guildhall University. 1997.

GRAHAM, D.; SMYDZUK, J. Use of anthrone in the quantitative determination of hexose phosphates. **Analytical Biochemistry**, v.11, n.2, p.246-255, 1965.

GUARDA, VITOR DEL ALAMO; CAMPOS, LEONARDO JOSÉ MOTTA. Bases ecofisiológicas da assimilação de carbono e suas implicações na produção de forragem. Palmas : **Embrapa Pesca e Aquicultura**, 48p. 2014.

GOUVÊA, L. F. C.; MAIA, G. D. Avaliação do poder germinativo e teor de proteína para sementes de cevada brasileira com vistas ao processo de malteação. In: **X Congresso Brasileiro de Engenharia Química Iniciação Científica**. São Paulo: Blucher, 2014. p. 760-764.

HEINEMANN AB, STONE LF, DIDONET AD, TRINDADE MDAG, SOARES BB, MOREIRA JAA, CÁNOVAS AD. Eficiência de uso da radiação solar na produtividade do trigo decorrente da adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Engenharia agrícola e Agrícola e ambiental**. v.10, n2, p.352-356, 2006.

HUSSAIN, H.A.; MEN, S.; HUSSAIN, S.; CHEN, Y.; ALI, S.; ZHANG, S.; ZHANG, K.; LI, Y.; XU, Q.; LIAO, C.; WANG, L. Interactive effects of drought and heat stress on morphophysiological attributes, yield, nutrient uptake and oxidative status in maize hybrids. **Scientific Reports**, v.9, n.3890, p.1-12, 2019.

IHSAN, M. Z., DAUR, I., ALGHABARI, F., ALZAMANAN, S., RIZWAN, S., AHMAD, M., WAQAS, M.; SHAFQAT, W. Heat stress and plant development: role of sulphur metabolites and management strategies. **Acta Agriculturae Scandinavica, Section B—Soil & Plant Science**, v. 69, n. 4, p. 332-342, 2019.

INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. **International rules for seed testing 2014-2015**. International Seed Testing Association (ISTA), 2014.

INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. **International rules for seed testing**. Rules 1999. 1999.

INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. **International rules for testing seed**. Seed Science and Technology, v. 13, n. 2, p. 300-500, 1995.

JACKSON, M.; DREW, M. **Effects of flooding on growth and metabolism of herbaceous plants**. In: KOZLOWSKI, T. (Ed.). Flooding and plant growth, 1984. p.47-128.

JALAL, JALILIAN; RAZIEH, KHALILZADEH; EDRIS, KHANPAYE. Improving of barley seedling growth by seed priming under water deficit stress. **Journal of Stress Physiology & Biochemistry**, v. 10, n. 2, p. 125-134, 2014.

JALINK, H., VAN DER SCHOOR, R., FRANDAS, A., VAN PIJLEN, J. G., & BINO, R. J. Chlorophyll fluorescence of Brassica oleracea seeds as a non-destructive marker for seed maturity and seed performance. **Seed Science Research**, v. 8, n. 4, p. 437-443, 1998.

JAKUES, Lanes Beatriz Acosta. **Produtividade e qualidade fisiológica de sementes de cevada em função da adubação nitrogenada**. 2018. Dissertação (Mestrado em Ciências). Universidade Federal de Pelotas.2018.

JAKUES, B.A.J.; CARVALHO, I.R.; SZARESKI, V.J.; RODRIGUES, H.E.; DUBAL, I.T.P.; TROYJACK, C.; PIMENTEL, J.R.; MENODNÇA, M.T.; CONTE, G.G.; PARAGINSKI, R.T.; VILLELA, F.A.; AUMONDE, T.Z.; PEDÓ, T. Physiological Quality and Biochemical Characters of Barley Seeds Produced Under Nitrogen Doses and Growing Environments. **Journal of Agricultural Science**, v.11, n.12, p.65-78, 2019.

JARWAR, A.H.; WANG, X.; IQBAL, M.S.; SARFRAZ, Z.; WANG, L.; MA, Q.; SHULI, A.F. Genetic divergence on the basis of principal component, correlation and cluster analysis of yield and quality traits in cotton cultivars. **Pakistan Journal of Botany**, v.51, n.3, p.1-6, 2019.

KERBAUY, G. B. Fisiologia Vegetal. 2 ed. Rio de Janeiro: **Guanabara Koogan**, 2008, 431 p.

KRAMER-WALTER, K. R., BELLINGHAM, P. J., MILLAR, T. R., SMISSEN, R. D., RICHARDSON, S. J., & LAUGHLIN, D. C. Root traits are multidimensional: specific root length is independent from root tissue density and the plant economic spectrum. **Journal of Ecology**, v. 104, n. 5, p. 1299-1310, 2016.

KRUKLIS, K. L. **Cevada: importância da utilização na alimentação humana e a aplicabilidade na gastronomia**. Dissertação (Mestrado em Gastronomia Aplicada à Nutrição) – Universidade Regional do Nordeste do Estado do Rio Grande do Sul. p.29, 2019.

KRZYZANOWSKI, F. C., FRANÇA-NETO, J. D. B., HENNING, A. A., & COSTA, N. P. D. A semente de soja como tecnologia e base para altas produtividades. **Série sementes**. Londrina: **EMBRAPA-CNPSo**, 2008.

KAUR, K. D.; JHA, A.; SABIKHI, L.; SINGH, A. K.; Significance of coarse cereals in health and nutrition. **Journal of Food Science and Technology**. v.51, n.8, p.1429-1441. 2014.

KHAN, A. Influence of cultivar, growing conditions and post-harvest treatment on barley seed quality. **Plant production science**, v. 21, n. 1, p. 61-70, 2018.

KOEVOETS, I.T.; VENEMA, J.H.; ELZENGA, J.T.M.; TESTRINK, C. Roots Withstanding their Environmental: Exploiting Root System Architecture Responses to Abiotic Stress to Improve Crop Tolerance. **Frontiers in Plant Science**, v.7, p.1- 19, 2016.

LACERDA, A. L. S. Fatores que afetam a maturação e qualidade fisiológica das sementes de soja (*Glycine max* (L.)). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 17, n. 2, p. 132-137, 2007.

LAGO, Laura Oliveira. **Validação de um método para a determinação de micotoxinas em cevada maltada e cerveja usando QuEChERS-LC-QToF-MS e calibração por superposição de matriz**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimento, Porto Alegre, BR-RS, 2021.

LARSEN, S. U. Effect of seed size and coating on seedling emergence and yield of spring barley. **Field crops research**, v. 166, p. 37-43, 2014.

LI, W.T.; LIU, C.; LIU, Y.X.; PU, Z.E.; DAI, S.F.; WANG, J.R.; LAN, X.J.; ZHENG, Y.L.; WEI, Y.M. Meta-analysis of QTL associated with tolerance to abiotic stresses in barley. **Euphytica**, v.189, p.31-49, 2013.

LI, X., JIN, Z., GAO, F., LU, J., CAI, G., DONG, J., YANG, M. Comparative proteomic analysis of Dan'er malts produced from distinct malting processes by two-dimensional fluorescence difference in gel electrophoresis (2D-DIGE). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 62, n. 38, p. 9310-9316, 2014.

LICHTENTHALER, HARTMUT K. [34] Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. In: **Methods in enzymology**. Academic Press, 1987. p. 350-382.

LULICH, J. P., OSBORNE, C. A., CARVALHO, M., & NAKAGAWA, Y. Effects of a urolith prevention diet on urine compositions of glycosaminoglycans, Tamm-Horsfall glycoprotein, and nephrocalcin in cats with calcium oxalate urolithiasis. **American journal of veterinary research**, v. 73, n. 3, p. 447-451, 2012.

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

MAIA, A.R. **Envelhecimento acelerado e avaliação da qualidade fisiológica de sementes de trigo acondicionadas em diferentes embalagens e armazenadas em ambiente natural em Ibitirama-ES**. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal).

Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal da Universidade Federal do Espírito Santo, 2007.

MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA-NETO, J.B. (Eds.). Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: **ABRATES**, 1999. cap.1, p.1-21.

MARCOS FILHO, J.; KIKUTI, A. L. P.; LIMA, L. B. D. Métodos para avaliação do vigor de sementes de soja, incluindo a análise computadorizada de imagens. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 1, p. 102-112, 2009.

MARCOS FILHO, J. Vigor: dimensão e perspectivas. **SeedNews**, ano XV, n. 1, jan./fev. 2011.

MARCOS-FILHO, J. Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. 2. ed. Londrina: **ABRATES**, 2015.

MAROK, M.A.; TARRAGO, L.; KSAS, B.; HENRI, P.; BELBACHIR, O.A.; HAVAUX, M.R.; REY, P. A drought-sensitive barley variety displays oxidative stress and strongly increased contents in low-molecular weight antioxidant compounds during water deficit compared to a tolerant variety. **Journal of Plant Physiology**, v.170, p.633-645, 2013.

MARTINS, C.C.; MARTINELLI-SENEME, A.; CASTRO, M.M.; NAKAGAWA J.; CAVARIANI, C. Comparação entre métodos para a avaliação do vigor de lotes de sementes de couve-brócolos (*Brassica oleracea* L. var. *italica* Plenck). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 24, n. 2, p. 96-101, 2002.

MARTINS, C. C.; SILVA, N.; MACHADO, C. G. Testes para a seleção de populações de cenoura visando ao vigor e à longevidade das sementes. **Ciência Rural**, v. 44, n. 5, p. 768- 775, 2014.

MEDEIROS, J. G. F., FONTES, I. C. G., DA SILVA, E. C., DOS SANTOS, P. D., & DE MACÊDO RODRIGUES, R. Controle de fungos e qualidade fisiológica de sementes de soja (*Glycine max* L.) submetidas ao calor húmido. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 42, n. 2, p. 464-471, 2019.

MEDYOUNI, I.; ZOUAOUI, R.; RUBIO, E.; SERINO, S.; AHMED, H.B.; BERTIN, N. Effects of water deficit on leaves and fruit quality during the development period in tomato plant. **Food Science and Nutrition**, v.9, p.1949-1960, 2021.

MEZER, M.; TARASKA, A.T.; KACZMAREK, Z.; GLOWACKA, K.; SWARCEWICZ, B.; RORAT, T. Differential physiological and molecular response of barley genotypes to water deficit. **Plant Physiology and Biochemistry**, v.80, p.234-248, 2014.

MINELLA, E. Melhoramento da cevada. In: BOREM, A. (Ed.). **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa, MG: UFV, 1999. p. 253-272

MINELLA, E. Indicações técnicas para a produção de cevada cervejeira. Ed Passo Fundo: **Embrapa Trigo**. p.105, 2013.

MINELLA, EUCLYDES. Indicações Técnicas para a Produção de Cevada Cervejeira nas Safras 2009 e 2010. Passo Fundo, RS: **Embrapa Trigo**, 2009.

MONTEIRO, JOSÉ EDUARDO BA (Ed.). **Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola**. Instituto Nacional de Meteorologia--INMET, 2009.

MONTEIRO, R. D. C. M., GADOTTI, G. I., MALDANER, V., CURI, A. B. J., & BÁRBARA NETO, M. Image processing to identify damage to soybean seeds. **Ciência Rural**, v. 51, 2020.

MOREIRA, I. B., MONTEIRO, R. D. C. M., SILVA, R. N. O. D., HORNKE, N. F., ARAÚJO, Á. D. S., & GADOTTI, G. I. Separation of coriander seeds by Red, Green and Blue image processing. **Ciência Rural**, v. 52, 2022.

MUNCK, L. Advances in barley quality. Experiences and perspectives. Options Méditerranéennes – **Série Séminaires**, n..20, p. 9-18, 1991.

NAKANO, YOSHIYUKI; ASADA, KOZI. Hydrogen peroxide is scavenged by ascorbate-specific peroxidase in spinach chloroplasts. **Plant and cell physiology**, v. 22, n. 5, p. 867-880, 1981.

NAIDU, S. S. ET AL. Effect of seed size, weight and color on seed quality parameters in barley (*Hordeum vulgare L.*). **Journal of Applied and Natural Science**, v. 7, n. 1, p. 402-408, 2015.

NILAN, R. A.; ULLRICH, S. E. BARLEY: Taxonomy, Origin, Distribution, Production, Genetics and Breeding. In: MACGREGOR, A. W.; BHATTY, R. S. **Barley: chemistry and technology**. Minnesota: American Association of Cereal Chemists, 1993, p. 1-29.

NOAA, CLIMATE PREDICTION CENTER. Cold and warm episodes by season. National Weather Service. **Climate Prediction Center**. 2016.

OLADAPO, B.O.; EKUNDAYO, E.A.; EKUNDAYO, F.O.; GBAYE, O.A. Effect of Lambda-Cyhalothrin and dimethoate on the growth response of cowpea plants and the surrounding soil. **Annals of Science and Technology**, v.6, n.2, p.1-13, 2021.

OLIVEIRA, L. M.; SCHUCH, L. O. B.; BRUNO, R. L. C.; PESKE, S. T. Qualidade de sementes de feijão-caupi tratadas com produtos químicos e armazenadas em condições controladas e não controladas de temperatura e umidade. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 3, p. 1263-127.

OLIVOTO, T; NARDINO, M.; CARVALHO, I. R; FERARRI, Maurício; PELEGRIN, Alan Junior; SZARESKI, Vinícius Jardel; SOUZA, Velci Queiróz; Parcelamento e fontes de nitrogênio na qualidade fisiológica de sementes de trigo. **Revista de Ciências Agro veterinárias**. V.16, n.4, Mar/2017.

PÁDUA, GILDA PIZZOLANTE; VIEIRA, R. D. Deterioração de sementes de algodão durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 23, n. 2, p. 255-262, 2001.

PAIVA, D. W., AMABILE, R. F., MINELLA, E., & LOPES, F. G. Parceria interinstitucional público-privada na pesquisa agropecuária: o caso da cevada

cervejeira. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 23, n. 2/3, p. 235-251, maio/dez. 2006.

PEREIRA, J. M. Estabelecimento de padrões sanitários de sementes no Brasil. **Informativo Abrates**, v. 20, p. 82, 2010.

PEREIRA, F.S.; STEMPKOWSKI, L.A.; VALENTE, J.B.; KUHNEM, P.R.; LAU, D.; CASA, R.T.; SILVA, F.N. Tratamento de sementes sobre a germinação, o vigor e o desenvolvimento do trigo. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.18, n.3, p.395-399, 2019.

PESKE, SILMAR TEICHERT; VILLELA, F. A.; MENEGHELLO, G. E. Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos. **Pelotas: UFPel**, 2012.

PINHEIRO, Lourenço di Giorgio Silva. **Caracterização e processamento de cevada cultivada no Cerrado brasileiro**. 2016, 78 f., il. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Química e Biológica) - Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

PIES, W., WERLANG, T., DA LUZ, A. C. P., GALON, L., & TIRONI, S. P. Habilidade competitiva de cevada em convivência com densidades de avevém. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 14, n. 2, p. 1-6, 2019. <https://doi.org/10.5039/agraria.v14i2a5630>

PINHEIRO, LOURENÇO DI GIORGIO SILVA; GHESTI, GRACE FERREIRA. A contribuição do LaBCCERva para o mercado malteiro e cervejeiro: desenvolvimento de malte com cevada cultivada na região centro-oeste. **Participação**, v. 1, n. 31, p. 168-178, 2018.

POMPEU, JOÃO; GERAGE, JACQUELINE; OMETTO, JEAN. A spatiotemporal database on the energy, macro and micro-nutrients from the Brazilian agricultural production. **Data in Brief**, v. 30, p. 105602, 2020.

POVILAITIS, V., LAZAUSKAS, S., ANTANAITIS, Š., FEIZIENĖ, D., FEIZA, V., & TILVIKIENĖ, V. Relationship between spring barley productivity and growing management in Lithuania's lowland. **Acta Agricultura e Scandinavica, Section B—Soil & Plant Science**, v. 68, n. 1, p. 86-95, 2018.

POORTER, H., NIKLAS, K. J., REICH, P. B., OLEKSYN, J., POOT, P., & MOMMER, L. Biomass allocation to leaves, stems and roots: meta-analyses of interspecific variation and environmental control. **New Phytologist**, v. 193, n. 1, p. 30-50, 2012.

RADZIKOWSKA, D.; GRZANKA, M.; KOWALCZEWSKI, P.L.; WOLOSZYN, R.G.; BLECHARCZYK, A.; NOWICKI, M.; SAWINSKA, Z. Influence of SDHI seed treatment on the physiological conditions of spring barley seedlings under drought stress. **Agronomy**, v.10, p.1-18, 2020.

RAJALA, A., NISKANEN, M., ISOLAHTI, M., & PELTONEN-SAINIO, P. **Seed quality effects on seedling emergence, plant stand establishment and grain yield in two-row barley**. 2011.

RAMÍREZ, H.; CALDERÓN, A.; ROCCA, W. Técnicas moleculares para evaluar y mejorar el germoplasma vegetal. In: **Cultivo de Tejidos en la Agricultura: Fundamentos y aplicaciones**. CIAT, p. 825-856, 1991.

REUSS, R.; CASSELLS, J. A.; GREEN, J. R. Malting barley: storage, dormancy and processing quality. In: AUSTRALIAN POSTHARVEST TECHNICAL CONFERENCE, 1., 2003, Camberra. **Proceedings**. Camberra: Stored Grain Research Laboratory, 2003. p. 44-48.

REINER, L.; LOCH, V. Ein Vorhersageverfahren für die Dauer der Keimruhe bei Braugerste. **Brauwissenschaft**, 1976.

RODRIGUES, M, A.; MORAIS, J,S.; CASTRO, J, P, M. Jornadas de Lúpulo e cerveja. Bragança. **Livro de atas**, Instituto Politécnico de Bragança, p. 35, 2015.

RODRIGUES, KETLEN RAISA REY. **Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de trigo produzidas sob diferentes parcelamentos de nitrogênio**. 2020.

ROSOLEM, C. A. Ecofisiologia e manejo da cultura do algodoeiro. Piracicaba: Potafos. **Informações agrônomicas**, n. 95. 9 p. 2001.

ROSOLEM, C. A. Fenologia e ecofisiologia do algodoeiro. In: Algodão –**Pesquisas e resultados para o campo**. FACUAL, Cuiabá. 392 p. 2006.

SALLAM, A.; ALQUDAH, A.M.; DAWOOD, M.F.A.; BAENZIGER, P.F.; BÖRNER, A. Drought Stress Tolerance in Wheat and Barley: Advances in Physiology, Breeding and Genetics Research. **International Journal of Molecular Sciences**, v.20, n.3137, p.1-36, 2019.

SANO, N., RAJJOU, L., NORTH, H. M., DEBEAUJON, I., MARION-POLL, A., & SEO, M. Staying alive: molecular aspects of seed longevity. **Plant and Cell Physiology**, Oxford, v. 57, p. 660–674, 2016.

SANTOS, J.; ALVARENGA, R.O.; TIMÓTEO, T.S.; CONFORTO, E.C.; MARCOS FILHO, J.; VIEIRA, R.D. Avaliação do potencial fisiológico de lotes de sementes de soja. **Revista Brasileira de sementes**, Londrina, v. 33, n. 4, p. 743-751, 2011.

SANTOS, P., BENEDITO, C. P., ALVES, T. R., PAIVA, E. P., SOUSA, E. C., & FREIRES, A. L. Water stress and temperature on germination and vigor of *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 22, p. 349-354, 2018.

SEMIDA, W.M.; ABDELKHALIK, A.; RADY, M.O.A.; MAREY, R.A.; EL-MAGEED, T.A.A. Exogenously applied proline enhances growth and productivity of drought stressed onion by improving photosynthetic efficiency, water use efficiency and up regulating osmoprotectants. **Scientia Horticulturae**, v.272, p.109580, 2020.

SILVA, R. D. N., MONTEIRO, V. N., ALCANFOR, J. D., ASSIS, E. M., & ASQUIERI, E. R. Comparação de métodos para a determinação de açúcares redutores e totais em mel. **Food Science and Technology**, v. 23, n. 3, p. 337-341, 2003.

SILVA, A. F. **Qualidade fisiológica de sementes de cevada influenciadas pela época de colheita. Pelotas.** 46. 2007. Dissertação (Mestrado em Ciências). Universidade Federal de Pelotas. 2007.

SILVA, C.B.; BARBOSA, R.M.; VIEIRA, R.D. Evaluating sunn hemp (*Crotalaria juncea*) seed viability using the tetrazolium test. **Seed Technology**, v. 34, p. 19-28, 2012.

SILVA, VANESSA NEUMANN; CICERO, SILVIO MOURE; BENNETT, MARK. Relationship between eggplant seed morphology and germination. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 34, p. 597-604, 2012.

SILVA, T. A. **Influência Da Calagem Residual Na Aquisição Da Qualidade Fisiológica De Sementes De Trigo Produzidas Em Sistema De Semeadura Direta.** Tese (Doutorado em Agronomia – Agricultura). Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho” Campus de Botucatu, SP. 2017.

SILVA, V. D.O.; **Avaliação Sanitária De Cultivares De Trigo E Efeito Da Presença De Patógenos No Desenvolvimento De Plântulas.** Trabalho de conclusão de curso (Agronomia). A Universidade Federal da Fronteira Sul, Cerro Largo - RS 2019.

SILVA, R. R., ZUCARELI, C., FONSECA, I. C. D. B., RIEDE, C. R., & GAZOLA, D. Manejo de nitrogênio, cultivares e ambientes de cultivo na qualidade de grãos de trigo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 23, p. 826-832, 2019.

SINGH, M.; KUMAR, J.; SINGH, S.; SINGH, V.P.; PRASAD, S.M. Roles of osmoprotectants in improving salinity and drought tolerance in plants: a review. **Reviews in Environmental Science and Biotechnol**, v.14, p.407-426, 2015.

SCHEFER, A.; CIPRIANI, K.; CERICATO, A.; SORDI, A.; LAJUS, C, R. Eficiência técnica e econômica da cultura da soja submetida à aplicação de fertilizantes nitrogenados em semeadura e cobertura. **Revista Scientia agraria**. v.17, n.2, p.14-20, 2016.

SCHMITT, M.R.; SKADSEN, R.W.; BUDDE, A.D. Protein mobilization and maltingspecific proteinase expression during barley germination. **Journal of Cereal Science**, v. 58, n. 2, p. 324-332, 2013.

SCHUCH, LUIS OSMAR BRAGA; KOLCHINSKI, ELIANE MARIA; CANTARELLI, LEANDRO DAMERO. Relação entre a qualidade de sementes de aveia-preta e a produção de forragem e de sementes. **Scientia Agraria**, v. 9, n. 1, p. 1-6, 2008.

SHAKIR, S.K.; KANWAL, M.; MURAD, W.; REHMAN, Z.; REHMAN, S.; DAUD, M.K.; AZIZULLAH, A. Effect of some commonly used pesticides on seed germination, biomass production and photosynthetic pigments in tomato (*Lycopersicon esculentum*). **Ecotoxicology**, v.25, p.329-341, 2016.

TAVARES, L. C., BRUNES, A. P., DE ARAÚJO RUFINO, C., FONSECA, D. Â. R., GADOTTI, G. I., & VILLELA, F. A. Tratamento de sementes de cevada com zinco:

potencial fisiológico e produtividade de sementes. **Semina: Ciência Agrária**, v. 36, n. 2, p. 585-594, mar./abr. 2015.

TAVARES, L. C. **Competição de azevém e nabo, manejo de nitrogênio e dessecação pré-colheita na produção de sementes de trigo**. 2015. 111 f. Tese (Doutorado em Ciência) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas. 2015.

THEAGO, E.Q.; BUZETTI, S.; TEIXEIRA, F.M.C.M.; ANDREOTTI, M.; MEGDA, M.M.; BENNETT, C.G.S. Nitrogen application rates, sources, and times affecting chlorophyll content and wheat yield. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, n. 6, p. 1826-1835, 2014. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832014000600017>

TIRONI, S. P., GALON, L., SILVA, A. F. D., FIALHO, C. M. T., ROCHA, P. R. R., FARIA, A. T., ASPIAZÚ, I., FORTE, C.T., DA SILVA, A.A., RADÚNZ, A. L. Época de emergência de azevém e nabo sobre a habilidade competitiva da cultura da cevada. **Ciência Rural**, v. 44, p. 1527-1533, 2014.

TOLEDO, M. Z.; CAVARIANI, C.; NAKAGAWA, J.; ALVES, E.; MATEUS, G. P.; CRUSCIOL, C. A. C. Qualidade fisiológica de sementes de sorgo-de guiné em função da adubação nitrogenada em cobertura. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.6, n.2, p.234-246, 2009.

TUNES, L. V. M. **Atributos fisiológicos de qualidade de sementes de cevada sobre diferentes épocas de colheita e durante o armazenamento**. 2009. 100 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes da Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2009.

TUNES, L. M., BARROS, A. C. S. A., BADINELLI, P. G., & GARCIA, D. C. Armazenabilidade de sementes de cevada colhidas em diferentes épocas. **Bioscience Journal**, v. 26, n. 3, 2010.

ULLAH, A., SADAF, S., ULLAH, S., ALSHAYA, H., OKLA, M. K., ALWASEL, Y. A., & TARIQ, A. Using Halothermal Time Model to Describe Barley (*Hordeum vulgare* L.) Seed Germination Response to Water Potential and Temperature. **Life**, v. 12, n. 2, p. 209, 2022.

VALLIYODAN, B.; YE, H.; SONG, L.; MURPHY, M.; SHANNON, J.G.; NGUYEN, H.T. Genetic diversity and genomic strategies for improving drought and waterlogging tolerance in soybeans. *Journal of Experimental Botany*, v.68, n.8, p.1835-1849, 2016.

VELIKOVA, V.; YORDANOV, I.; EDREVA, A. J. P. S. Oxidative stress and some antioxidant systems in acid rain-treated bean plants: protective role of exogenous polyamines. **Plant science**, v. 151, n. 1, p. 59-66, 2000.

VOM DORP, K., HÖLZL, G., PLOHMANN, C., EISENHUT, M., ABRAHAM, M., WEBER, A. P., HANSON, A. D., DÖRMANN, P. Remobilization of phytol from chlorophyll degradation is essential for tocopherol synthesis and growth of Arabidopsis. **Plant Cell**, Rockville, v. 27, p 2846–2859, 2015.

WANG, M., JIANG, N., JIA, T., LEACH, L., COCKRAM, J., WAUGH, R., RAMSAY, L., THOMAS, B., LUO, Z. Genome-wide association mapping of agronomic and morphologic traits in highly structured populations of barley cultivars. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 124, p. 233-246, 2012.

WANG, W.; CHEN, Q.; HUSSAIN, S.; MEI, J.; DONG, H.; PENG, S.; HUANG, J.; CUI, K.; NIE, L. Pre-sowing Seed Treatments in Direct-seeded Early Rice: Consequences for Emergence, Seedling Growth and Associated Metabolic Events under Chilling Stress. **Nature**, v.6, p.19637, 2016.

WARRAICH, E. A., BASRA, S. M. A., AHMAD, N., AHMED, R., & AFTAB, M. U. H. A. M. M. A. D. Effect of nitrogen on grain quality and vigour in wheat (*Triticum aestivum* L.).2002. **International Journal of Agriculture & Biology** 4: 517-520, 2002.

WASSMANN, R., JAGADISH, S. V. K., HEUER, S., ISMAIL, A., REDONA, E., SERRAJ, R., SINGH, R.K., HOWELL, G., PATHAK, H., SUMFLETH, K. Chapter 2 Climate Change Affecting Rice Production: The Physiological and Agronomic Basis for Possible Adaptation Strategies. **Advances in Agronomy**, v.101, p. 59–122, 2009.

WATERS, L.; BLANCHETTE, B. Prediction of sweet corn field emergence by conductivity and cold tests. **Journal of American Society Horticultural Science**, v. 108, n. 5, p. 78-781, 1983.

WAURECK, Ariadne. **Interferência Da Classificação E Do Armazenamento Na Qualidade De Sementes De Cevada**. 2015. 68 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura) - Universidade Estadual De Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2015.

WU, H.; LI, Z. Recent advances in nano-enabled agriculture for improving plant performance. **The Crop Journal**, v.10, p.1-12, 2022.

ZAHEDI, M.B.; RAZI, H.; MOUCHESHI, A.S. Evaluation of antioxidant enzymes, lipid peroxidation and proline content as selection criteria for grains yield under water deficit stress in barley. **Journal of Applied Biological Sciences**, v.10, n.1, p.71-78, 2016.

ZHANG, M.; JIN, Z.Q.; ZHAO, J.; ZHANG, G.; WU, F. Physiological and biochemical responses to drought stress in cultivated and Tibetan wild barley. **Plant Growth Regul**, v.75, p.567-574, 2015.

ZINSMEISTER, J., LALANNE, D., TERRASSON, E., CHATELAIN, E., VANDECASTEELE, C., VU, B. L., LAURENT, C. D., GEOFFRIAU, E., SIGNOR, L. C., DALMAIS, M., GUTBROD, K., DÖRMANN, P., GALLARDO, K., BENDAHMANE, A., BUITINK, J., LEPRINCE, O. ABI5 is a regulator of seed maturation and longevity in legumes. **The Plant Cell**, Rockville, v. 28, p. 2735-2754, 2016.