

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



Dissertação

**Ecofisiologia inicial de cultivares de cevada sob influência de excesso hídrico
e temperatura**

Vinícius Diel de Oliveira

Pelotas, 2021

Vinícius Diel de Oliveira

Ecofisiologia inicial de cultivares de cevada sob influência de excesso hídrico e temperatura

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

Coorientador (es): Prof. Dr. Tiago Pedó

Profa. Dra. Emanuela Garbin Martinazzo Aumonde

Pelotas, 2021

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

O48e Oliveira, Vinícius Diel de

Ecofisiologia inicial de cultivares de cevada sob influência de excesso hídrico e temperatura / Vinícius Diel de Oliveira ; Tiago Zanatta Aumonde, orientador ; Tiago Pedó, Emanuela Garbin Martinazzo Aumonde, coorientadores. — Pelotas, 2021.

44 f.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2021.

1. *Hordeum vulgare* L. 2. Estresses abióticos. 3. Clorofilas. 4. Massa seca. I. Aumonde, Tiago Zanatta, orient. II. Pedó, Tiago, coorient. III. Aumonde, Emanuela Garbin Martinazzo, coorient. IV. Título.

CDD : 631.521

Elaborada por Gabriela Machado Lopes CRB: 10/1842

Vinícius Diel de Oliveira

Ecofisiologia inicial de cultivares de cevada sob influência de excesso hídrico e temperatura

Dissertação aprovada, 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:

Banca examinadora:

.....
Prof. Dr. Tiago Zanatta Aumonde (Orientador)

Doutor em Ciência & Tecnologia de Sementes pela Universidade Federal de Pelotas

.....
Prof. Dr. Tiago Pedó

Doutor em Ciência & Tecnologia de Sementes pela Universidade Federal de Pelotas

.....
Profa. Dra. Lilian Vanussa Madruga de Tunes

Doutora em Agronomia pela Universidade Federal de Santa Maria

.....
Profa. Dra. Andréia da Silva Almeida

Doutora em Ciência & Tecnologia de Sementes pela Universidade Federal de Pelotas

**Dedico esta dissertação ao meu avô Osmar Diel
(*in memoriam*), maior exemplo de ser humano, de
integridade e de ética.**

Agradecimentos

A Olorum pela criação do universo e aos Orixás por permitirem cada experiência e cada aprendizado compartilhados nessa jornada.

À minha mãe Lucia Helena Dias Diel (*in memoriam*), pois sem seus ensinamentos e seu incentivo, nada disso seria possível.

Aos meus avós Osmar Diel (*in memoriam*) e Maria Helena Dias Diel, pois quando a vida mudou o destino, eles estavam lá para me amparar.

À minha namorada Bianca Einhardt Bierhals por estar ao meu lado, independentemente da situação, me apoiando nos momentos tristes e felizes das nossas vidas.

Aos meus tios e primos que me incentivaram com palavras ou gestos para ter a força necessária para seguir em frente.

A todos professores do Programa de Pós-graduação em Ciências e Tecnologia de Sementes e à Universidade Federal de Pelotas pelos ensinamentos.

Ao meu Orientador Prof. Dr. Tiago Zanatta Aumonde pela oportunidade de dividir seu conhecimento comigo e com todos de seu grupo de pesquisa, pela paciência e compreensão a mim dispensadas e por me orientar do melhor modo no mestrado.

Aos colegas dos grupos de pesquisas em Biosementes e Plantas e Lavouras, por partilharem momentos de aprendizado e de conhecimento.

Ao coorientador e coordenador do Programa de Pós-graduação em Ciências e Tecnologias de Sementes Prof. Dr. Tiago Pedó, pelas conversas e conselhos passados durante a caminhada na pós-graduação.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio com o material enviado ao laboratório para a utilização no desenvolvimento da pesquisa.

Ao Conselho Nacional de Pesquisas (CNPQ) pelo financiamento da bolsa de estudos de mestrado.

Obrigado!

*“As verdadeiras conquistas, as únicas de que nunca nos
arrependemos, são aquelas que fazemos contra a ignorância.”*

Napoleão Bonaparte

Resumo

OLIVEIRA, Vinícius Diel de. **Ecofisiologia inicial de cultivares de cevada sob influência de excesso hídrico e temperatura**. Orientador: Tiago Zanatta Aumonde. 2021. 44f. Dissertação (Mestre em Ciência e Tecnologia de Sementes) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2021.

O presente trabalho tem por objetivo descrever o estudo científico realizado com oito cultivares de cevada, durante o período inicial e a emergência das plantas, sob estresse hídrico e de temperatura. Nos estudos descritos avaliou-se o comportamento inicial da espécie *Hordeum vulgare* L. e utilizou-se as seguintes cultivares: ABPR 31, ABPR 01431, ANA 01, BRS CAUÊ, BRS BRAU, BRS KORBEL, BRS QUARANTA, KWS IRINA. No capítulo 1, em ambiente controlado, as plantas foram semeadas em bandejas, nas quais foram preenchidas com substrato composto por solo. O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado (DIC), em que o esquema fatorial utilizado foi 8X5 (8 cultivares x 5 períodos de alagamento) com 4 repetições. Para o fator períodos de alagamento foram utilizadas 0 (capacidade de campo), 24, 48, 72 e 96 horas. Simultaneamente, desde a semeadura foram expostas a duas temperaturas e mantidas até o final das avaliações, sendo de 20°C (adequada) e 30°C (estressora). Em cada período de alagamento foram coletadas plântulas para a realização da avaliação de massa seca de parte aérea e raiz primária, em que as massas foram aferidas em balança de precisão, sendo os resultados expressos mg plântula⁻¹. Entende-se, que independentemente da cultivar, a temperatura de 30°C afeta negativamente a expressão do vigor das sementes, porém o efeito do alagamento é variável entre as cultivares. O capítulo 2 foi conduzido em casa de vegetação com temperatura mínima registrada de 15°C e a máxima de 28,9°C. Foram utilizadas bandejas preenchidas com substrato composto por solo. O experimento foi realizado no delineamento blocos ao acaso, com quatro repetições e trifatorial 8x2x5, o primeiro fator são as cultivares, o segundo fator as condições do solo (capacidade de campo e alagamento) e o terceiro fator são os tempos de coleta (0, 24, 48, 72, e 96h). Em cada período foi realizada a determinação do índice de clorofila *a* (Cha), *b* (Chb) e total (Cht) 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 comprimento de parte aérea, massa seca de parte aérea e de raízes. O alagamento do solo no período de 96h diminui a variável para as cultivares BRS Cauê, BRS Korbrel e ANA 01. O índice de clorofila *a* (Cha) e total (Cht) tiveram comportamento semelhante, com diminuição em plantas sob alagamento. Para o índice de clorofila *b* (Chb), todas as plantas de todas as cultivares demonstraram redução no período de 24h, a cultivar que apresentou o maior índice nesse período foi a BRS Quaranta. O alagamento do solo interferiu na partição de massa seca para as cultivares BRS Cauê e ABPR 31.

Palavras-chave: *Hordeum vulgare* L. Estresses Abióticos. Clorofilas. Massa seca.

Abstract

OLIVEIRA, Vinícius Diel de. **Initial ecophysiology of barley cultivars under the influence of excess water and temperature.** Advisor: Tiago Zanatta Aumonde. 2021.44f. Dissertation (Master in Seed Science and Technology) – Eliseu Maciel School of Agronomy, Federal University of Pelotas, Pelotas, 2021.

The present work aims to describe the scientific study carried out with eight barley cultivars, during the initial period and the emergence of plants, under water and temperature stress. In the studies described, the initial behavior of the species *Hordeum vulgare L.* was evaluated and the following cultivars were used: ABPR 31, ABPR 01431, ANA 01, BRS CAUÊ, BRS BRAU, BRS KORBEL, BRS QUARANTA, KWS IRINA. In chapter 1, in a controlled environment, the plants were sown in trays, in which they were filled with a substrate composed of soil. The experimental design adopted was completely randomized (DIC), in which the factorial scheme used was 8X5 (8 cultivars x 5 flooding periods) with 4 replications. For the factor flooding periods, 0 (field capacity), 24, 48, 72 and 96 hours were used. Simultaneously, from sowing, they were exposed to two temperatures and maintained until the end of the evaluations, at 20°C (adequate) and 30°C (stress). In each flooding period, seedlings were collected for the evaluation of shoot and primary root dry mass, in which the masses were measured on a precision scale, and the results expressed as mg seedling⁻¹. It is understood that, regardless of the cultivar, the temperature of 30°C negatively affects the expression of seed vigor, but the effect of flooding varies among cultivars. Chapter 2 was carried out in a greenhouse with a minimum temperature of 15°C and a maximum of 28.9°C. Trays filled with substrate composed of soil were used. The experiment was carried out in a randomized block design, with four replications and 8x2x5 three-factorial, the first factor is the cultivars, the second factor is the soil conditions (field capacity and flooding) and the third factor is the collection times (0, 24, 48, 72, and 96h). In each period, the determination of the chlorophyll a (Cha), b (Chb) and total (Cht) index was performed in 10 plants per treatment repetition, with readings taken in the middle third of the plant. At the end, the 10 plants were collected to evaluate shoot length, shoot and root dry mass. Soil flooding within 96h reduces the variable for cultivars BRS Cauê, BRS Korbél and ANA 01. The chlorophyll index a (Cha) and total (Cht) had a similar behavior, with a decrease in plants under flooding. For the chlorophyll b index (Chb), all plants of all cultivars showed a reduction in the 24-hour period, the cultivar with the highest index in this period was BRS Quaranta. Soil flooding interfered in dry mass partition for BRS Cauê and ABPR 31 cultivars.

Keywords: *Hordeum vulgare L.* Abiotic Stresses. Chlorophylls. Dry pasta.

Lista de Figuras

Figura 1 Partição da massa seca de cultivares de cevada, massa seca de parte aérea (MSPA) e massa seca de raiz (MSR) em capacidade de campo (CC) e alagamento do solo (AL) nos períodos de coleta de 0 (a), 24h (b), 48h (c), 72h (d) e 96h (e). Capão do Leão, 2021.....	37
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

Lista de Tabelas

Tabela 1. Resumo do quadro da análise de variância cultivares (CUL) x períodos de alagamento(TRAT). Capão do Leão, 2021.....	20
Tabela 2. Emergência de plântulas (%) e índice de velocidade de emergência de sementes de cevada submetidas ao alagamento temporário em diferentes períodos de tempo e temperatura de 20°C. Capão do Leão, 2021.....	21
Tabela 3. Emergência de plântulas (%) e índice de velocidade de emergência de sementes de cevada submetidas ao alagamento temporário em diferentes períodos de tempo e temperatura de 30°C. Capão do Leão, 2021.....	22
Tabela 4. Massa seca de parte aérea e de raiz de plantas de cevada a partir de 14 dias após a semeadura submetidas ao alagamento temporário em diferentes períodos de tempo e temperatura de 20°C. Capão do Leão, 2021.....	24
Tabela 5. Massa seca de parte aérea e de raiz de plantas de cevada a partir de 14 dias após a semeadura submetidas ao alagamento temporário em diferentes períodos de tempo e temperatura de 30°C. Capão do Leão, 2021.....	25
Tabela 6. Resumo do quadro da análise de variância cultivares(CUL) x condição de solo (COND)x tempos de coleta (COLETA). Capão do Leão, 2021.....	35
Tabela 7. Comprimento de parte aérea (CPA) de plântulas de cevada submetidas à capacidade de campo e ao alagamento temporário em diferentes períodos de tempo. Capão do Leão, 2021.....	31

Lista de Tabelas

Tabela 8. Índice de Clorofila a (Cha) de plântulas de cevada submetidas à capacidade de campo e ao alagamento temporário em diferentes períodos de tempo. Capão do Leão, 2021.....33

Tabela 9. Índice de Clorofila b (Chb) e índice de clorofila total (Cht) de plântulas de cevada submetidas à capacidade de campo e ao alagamento temporário em diferentes períodos de tempo. Capão do Leão, 2021.....35

Sumário

1 INTRODUÇÃO	14
2 CAPÍTULO I: Desempenho ecofisiológico de sementes e de plântulas de cevada sob influência de alagamento e de temperatura	17
2.1 INTRODUÇÃO	17
2.2 MATERIAL E MÉTODOS	19
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
2.4 CONCLUSÕES	26
3 CAPÍTULO II: Crescimento inicial, partição de carbono e pigmentos fotossintéticos em cultivares de cevada sob alagamento temporário do substrato de solo	27
3.1 INTRODUÇÃO	27
3.2 MATERIAL E MÉTODOS	28
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
3.4 CONCLUSÕES	37
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	39
REFERÊNCIAS.....	40

1 INTRODUÇÃO

A cevada (*Hordeum vulgare L.*), originária do Oriente Médio, é um cereal de importância mundial. Cultivada, principalmente, em regiões temperadas do mundo, e atualmente encontrada em escalas de produção em ambientes subtropicais como Brasil, Argentina, Uruguai e Austrália (DE MORI; MINELLA, 2012). A Rússia é o principal país produtor desse cereal, responsável por aproximadamente 23% da produção mundial (USDA, 2020).

No Brasil a produção de cevada ocorre em duas formas de manejo, sistema irrigado no Cerrado e sistema sequeiro no Sul do país (BIAZUS, 2015). A produção estimada da safra para o ano de 2021, no Brasil, foi de 428,4 mil toneladas, tendo como principais produtores o estado do Paraná, seguido do Rio Grande do Sul, no cerca de 96,8% do total da produção nacional (CONAB, 2021).

Visando atingir uma maior produtividade e uma maior produção é indispensável o uso de sementes com alta qualidade (CANTARELLI et al., 2015). A utilização de sementes de qualidade proporciona estande da lavoura e maior uniformidade entre as plantas, o que resulta em maior produtividade. Inicialmente, o insumo semente é um fator limite para produção visto que segundo a ABRASEM (2020), a taxa de utilização de semente de cevada no Brasil foi de 52% e no estado do Rio Grande do Sul de 14%, esses indicativos demonstram que se utilizarmos sementes de qualidade, poderemos aumentar a produção e a produtividade de cevada no Brasil e no estado.

Sobre o manejo de produção da cultura da cevada deve-se atentar a época de semeadura, pois a temperatura do ar, o fotoperíodo e a precipitação pluviométrica acima do normal, são fatores que refletem o rendimento de grãos e sementes (CAIEIRÃO; CUNHA; PIRES, 2009). Recomenda-se que o estande inicial da cultura deverá ser entre 250 a 300 plantas por metro quadrado, e que a adubação seja correspondente às necessidades nutricionais da planta, pois, esses fatores citados influenciam diretamente em algumas características da planta de cevada, como, a massa seca e o processo complexo de germinação (MINELLA, 2013; POVILAITIS et al., 2018).

As alterações no metabolismo das plantas ocorrem de diferentes maneiras para se adaptarem aos possíveis estresses que esses fatores ambientais possam promover (TAIZ & ZEIGER, 2006). Mesmo que o manejo seja correto, os fatores ambientais influenciarão no crescimento e no desenvolvimento das plantas afetando a produtividade, como, por exemplo: luz, temperatura, concentração de CO₂ e a disponibilidade de água e nutrientes (PEIXOTO, C.; PEIXOTO, M., 2009).

Devido ao aquecimento global, a temperatura do ar pode aumentar 0,2°C por década, elevando as temperaturas atuais de 1,8 até 4°C até 2100. O aumento de temperatura pode resultar na redução de 10 a 17% no rendimento das culturas (LOBELL; ASNER, 2003), ou seja, poderá ocorrer alterações variadas em diferentes estádios fisiológicos das plantas (CAMEJO et al., 2005).

A temperatura pode afetar a germinação das sementes, que ocorre por diferentes processos metabólicos, nos quais, necessitam de temperaturas favoráveis para acontecer. Na cevada a faixa ideal para a cultura é de 13 a 25°C, assim, como em todo seu desenvolvimento (CAIEIRÃO; CUNHA; PIRES, 2009; PARK; KUK, 2021). Como consequência da temperatura alterada na germinação, a lavoura poderá ter uma emergência desuniforme e poderá modificar, assim, a velocidade de emergência (SOCOLOWSKI; TAKAKI, 2004).

Além da temperatura, muitos produtores rurais no mundo enfrentam problemas relacionados ao alagamento de solo, que danifica muitas culturas, como soja, trigo, aveia e cevada (BERTHOLDSSON, 2013). Cerca de 6% da superfície terrestre está sujeita ao alagamento temporário do solo, sendo que no Brasil, 12 milhões de hectares estão localizados na região dos Cerrados, e aproximadamente 5,4 milhões de hectares no estado do Rio Grande do Sul (FERREIRA; MAGALHÃES; BOREM, 2008). Esses solos podem ser inundados temporariamente, pelo excesso de chuvas que é associado à deficiência de drenagem e à elevação do nível do lençol freático (LOPES; PARENTONI; MAGNAVACA, 1988). No entanto, intervalos intermitentes de encharcamento do solo resultam na resistência difusiva dos gases e na privação de oxigênio, formando desse modo, condições de hipoxia ou de anoxia (ARMSTRONG; BRANDLE; JACKON, 1994).

A cevada é mais suscetível ao estresse de alagamento do que outros cereais (SETTER; WATERS, 2003). Preconiza-se na procura de novos genótipos com características voltadas à resistência a herbicidas e patógenos, além da produção e da qualidade do produto gerado (GOMES, 2018). Para a cultura da cevada observa-

se que os genótipos são selecionados, principalmente, em busca da qualidade do malte a ser produzido (CAIERÃO, 2008). Portanto, como o foco da geração de novos genótipos não é a tolerância aos estresses abióticos sabe-se que cada cultivar de uma espécie pode apresentar diferenças no comportamento exposto ao estresse.

Por ser um cereal com importância e suscetível ao estresse de alagamento, a cultura tem sido alvo de abordagens genéticas, agronômicas e sistemas de cultivo para melhorar sua tolerância ao alagamento (ZHANG et al., 2016). Uma técnica utilizada para aumentar a tolerância da cevada ao alagamento é induzir a produção de etileno, que ajuda a planta a se adaptar ao estresse, pois o etileno induz a formação de aerênquima, que fornece uma via de baixa resistência para o transporte de oxigênio da parte aérea para o ápice da raiz (SHIONO et al., 2008). A cevada começa a formar aerênquima após sofrer o estresse da inundação, mas o alagamento pode ser fatal se a formação de aerênquima não for rápida o suficiente (SHIONO et al., 2019).

Os danos causados por alagamento são diferenciados ao longo dos estádios fenológicos das plantas (TANI et al., 2015). Quando o estresse hídrico ocorre no período vegetativo, promove uma diminuição na massa seca das folhas (PAIS, 2019). Os efeitos negativos relacionados à fisiologia e às características morfológicas das plantas podem ter início no sistema radicular, pois o alagamento do solo altera as características físico-químicas, impede as trocas gasosas nos espaços porosos do solo, e limita a disponibilidade de oxigênio (MIELKE et al., 2003).

Segundo PLOSCHUK et al. (2018), a alteração da temperatura associada ao alagamento de solo, reduz principalmente a massa seca da parte aérea das plantas. Esse efeito pode estar relacionado à translocação de assimilados para as raízes das plantas.

Neste contexto o objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho ecofisiológico inicial de cultivares de cevada sob influência de excesso hídrico e temperatura.

2 CAPÍTULO I

Desempenho ecofisiológico de sementes e de plântulas de cevada sob influência de alagamento e de temperaturas

2.1 Introdução

A cevada (*Hordeum vulgare L.*) é considerada um cereal de ciclo anual mais produtivo se comparada com o trigo em condições edafo-climáticas adversas, graças a sua resistência à elevada condutividade elétrica do solo e menor exigência em água (AMARAL; OLIVEIRA, 2020).

O alagamento do solo proporciona mudanças físico-químicas no ambiente, a ponto de expressar em meios fisiológicos, o que resulta em baixa produção e translocação de fotoassimilados e na menor produção de biomassa (PEZESHKI, 2001).

Os resultados das plantas ao excesso de água no solo baseiam-se no genótipo, na fase de desenvolvimento da cultura e na intensidade e duração do estresse (COLMER; VOESENEK, 2009). Assim, o período de submersão é um fator considerável para determinar a sobrevivência da planta após a ausência de oxigênio, visto que as espécies em estádios de crescimento semelhantes são capazes de suportar o alagamento por curtos espaços de tempo (SEGALIN, 2015).

Os prejuízos ocasionados por esse estresse podem ser irreversíveis, isto porque, promovem a deficiência de oxigênio nas raízes, na qual afeta negativamente a absorção e o transporte de nutrientes, resultando em clorose das folhas, reduzindo a formação de novas folhas, podendo ocasionar a interceptação de radiação solar, reduzindo assim a taxa fotossintética (PIRES; SOPRANO; CASSOL, 2002; VISSER et al., 2003; FORSTHOFER et al., 2006; YORDANOVA; POPOVA, 2007; BATISTA et al., 2008). Como consequência, os menores efeitos do estresse ocasionado pelo

alagamento do solo podem ser concedidos às modificações estruturais nas raízes, associadas também à interação entre genótipo e ambiente (FUKAO; BAILEY-SERRES, 2004; SCHMILDT et al., 2011). Em solos de várzea, o alagamento é um dos notáveis estresses abióticos sobre a planta, tornando-se restritivo ao rendimento das culturas (JACKSON; COLMER, 2005).

Estresses abióticos são condições ambientais que afetam desfavoravelmente o potencial genético de desenvolvimento e de rendimento das plantas (MICKELBART; HASEGAWA; BAILEY-SERRES, 2015). O ambiente pode influenciar na intensidade que a dormência se expressa, principalmente, quando se trata de temperatura e ocorrência de precipitações pluviométricas durante períodos críticos da fase de maturação. O alagamento é limitante em nível global em sistemas de cultivo devido ao avanço da periodicidade de eventos climáticos extremos. Por esse motivo, o estresse é originado pela redução da inatividade de oxigênio nas células vegetais (BRESSAN, 2018).

Dessa forma, a utilização de metodologias que permitam acompanhar a dinâmica do desenvolvimento das plantas, avaliadas por meio de índices fisiológicos constitui importante ferramenta de pesquisa. A verificação de crescimento é uma fórmula baseada no acúmulo de matéria seca pelas plantas, simultaneamente, resultante da atividade fotossintética e da absorção de minerais (BRESSAN, 2018). A adoção dessa metodologia permite estimar as causas do crescimento, inferindo sobre os prejuízos e as contribuições dos processos no desenvolvimento vegetal. Neste contexto o objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho ecofisiológico inicial de cultivares de cevada sob influência da associação temperatura e períodos de alagamento do solo.

2.2 Material e métodos

O experimento foi realizado no Laboratório Didático de Análise de Sementes do Departamento de Fitotecnia – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes da Universidade Federal de Pelotas.

A condução do experimento em ambiente controlado utilizando bandejas de polietileno branca, nas quais foram preenchidas com substrato contendo solo do horizonte A1 de um Planossolo Háplico Eutrófico Solódico, pertencente à unidade de mapeamento Pelotas (STRECK et al., 2008). Esse solo é oriundo do centro agropecuário da Palma ao qual pertence à Universidade Federal de Pelotas.

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado (DIC), em que o esquema fatorial utilizado foi 8X5 (8 cultivares x 5 períodos de alagamento) com 4 repetições. As cultivares utilizadas foram dos seguintes materiais: ABPR 31, ABPR 01431, ANA 01, BRS BRAU, nas quais apresentam um ciclo de 120 dias e peso do Peso Hectolítrico (Kg/hL) em média de 65. As demais cultivares como a BRS CAUÊ, BRS KORBEL, BRS QUARANTA, KWS IRINA, apresentam ciclo superior a 130 dias com peso Hectolítrico(Kg/hL) em média 63. As sementes utilizadas apresentavam germinação similar e acima do recomendado para comercialização entre as cultivares.

O fator períodos de alagamento utilizados foi 0 (capacidade de campo), 24, 48, 72 e 96 horas. Simultaneamente, desde a semeadura as plantas foram expostas a duas temperaturas e mantidas até o final das avaliações, sendo de 20°C (adequada) e 30°C (estressora).

A fim de caracterizar os estandes iniciais para cada temperatura e submeter ao estresse de alagamento, avaliou-se o índice de velocidade de emergência (IVE), que segundo Maguire (1962), conduzido conjuntamente a avaliação de emergência (%). O solo foi mantido próximo a capacidade de campo até o estabelecimento da cultura aos 14 dias após a semeadura, momento no qual se estabeleceu o alagamento temporário do solo durante o período de cada tratamento, ao final a água foi drenada e foram coletadas dez plântulas por repetição de tratamento.

As plântulas coletadas foram separadas em parte aérea e raiz e, posteriormente, 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 mg plântula^{-1} (BRASIL, 2009).

Após a coleta dos dados, realizou-se a tabulação e a verificação das pressuposições da análise da variância. Atendidas as pressuposições, os dados foram submetidos à análise de variância e quando significativos pelo teste F a 5% de probabilidade, os fatores qualitativos foram submetidos ao teste de agrupamento de médias de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

2.3 Resultados e discussão

A partir do quadro da análise de variância tabela 1, foi possível observar que a interação entre cultivares x períodos de alagamento foi significativa para todas as variáveis analisadas nas duas condições de temperatura estudadas. Na Tabela 2 estão as médias referentes à emergência de plântulas e ao IVE a 20°C. As cultivares ABPR 31, BRS Cauê e BRS Korbel foram as que apresentaram maior emergência de plântulas dentro todas as cultivares na capacidade de campo, com emergência superior a 90%. As demais cultivares formaram um segundo grupo em que todas apresentaram emergência entre 81 e 88%.

Tabela 1. Resumo do quadro da análise de variância cultivares (CUL) x períodos de alagamento (TRAT). Capão do Leão, 2021.

FV	GL	Emerg	IVE	MSPA	MSR
Quadrados médios					
CUL	7	1320	12,76	0,0047	0,0041
TRAT	4	2887,2	67,55	0,0021	0,0032
CUL*TRAT	28	850,7*	15,24*	0,0009*	0,0031*
Residuo	120	240,31	3,68	0,0002	0,0028
Média		56,37	4,54	0,11	0,50
CV (%)		27,5	42,18	13,99	98,89

*Diferença significativa a 5% de probabilidade

Porém, a partir do período de 24h de alagamento, a porcentagem de emergência da cultivar BRS Korbel diminuiu para níveis abaixo de 90%, esta média se manteve até o período de 96h (Tabela 2). A maior diferença entre as cultivares

ocorreu no período de 72h, no qual foram obtidas emergências de 64 e 66% para BRS Quaranta e BRS Brau, respectivamente.

Após a análise do comportamento das cultivares quanto ao IVE (Tabela 2) na capacidade, os melhores desempenhos foram das cultivares ABPR 31, BRS Cauê e BRS Korbél. As duas primeiras cultivares não mantiveram o desempenho elevado nos períodos de 24 e 48h, voltando a ter maior IVE nas 72 e 96h de alagamento. A cultivar BRS Korbél teve seu desempenho prejudicado nas 96h de alagamento. A cultivar ANA 01 apresentou desempenho superior após o alagamento, principalmente após as 72h, quando comparada a capacidade de campo.

Tabela 2. Emergência de plântulas (%) e índice de velocidade de emergência de sementes de cevada submetidas ao alagamento temporário em diferentes períodos de tempo e temperatura de 20°C. Capão do Leão, 2021.

Cultivares	Emergência de plântulas (%)				
	Tempo de alagamento (h)				
	0	24	48	72	96
ABPR 31	100 Aa	91 Aa	87 Aa	95 Aa	89 Aa
BRS CAUÊ	93 Aa	89 Aa	86 Aa	89 Aa	80 Aa
BRS KORBEL	98 Aa	88 Ba	87 Ba	83 Bb	88 Ba
BRS QUARANTA	81 Ab	88 Aa	88 Aa	64 Bc	89 Aa
BRS BRAU	85 Ab	89 Aa	90 Aa	66 Bc	87 Aa
KWS IRINA	85 Ab	89 Aa	84 Aa	81 Ab	91 Aa
ANA 01	87 Ab	91 Aa	89 Aa	90 Aa	88 Aa
ABPR 01431	88 Ab	89 Aa	91 Aa	98 Aa	88 Aa
CV%	7,98				
Cultivares	IVE				
	Tempo de alagamento (h)				
	0	24	48	72	96
ABPR 31	14,68 Aa	6,74 Bb	7,96 Ba	13,58 Aa	11,57 Aa
BRS CAUÊ	13,87 Aa	7,01 Bb	5,00 Bb	14,16 Aa	8,26 Bb
BRS KORBEL	15,18 Aa	6,38 Bb	3,50 Cb	8,85 Bb	4,72 Cc
BRS QUARANTA	10,22 Ab	3,99 Bc	3,75 Ab	8,68 Ab	5,27 Bc
BRS BRAU	4,37 Bc	3,33 Bc	4,80 Bb	8,41 Ab	6,85 Ac
KWS IRINA	5,04 Bc	4,89 Bc	6,43 Ba	10,91 Ab	8,36 Ab
ANA 01	4,37 Bc	11,74 Aa	7,10 Ba	12,25 Aa	7,36 Bc
ABPR 01431	6,78 Cc	3,74 Cc	9,52 Ba	13,10 Aa	5,00 Cc
CV%	10,88				

*Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

A cultivar com maior emergência de plântulas mantidas em capacidade de campo na temperatura de 30°C foi a ABPR 31 (90%), enquanto a ABPR 01431 apresentou a menor porcentagem de plântulas emergidas (55%) (Tabela 3). A partir de 24h de estresse por excesso hídrico ocorreu uma redução na emergência de todas as cultivares, exceto BRS Quaranta que manteve a germinação obtida na capacidade de campo. Com 48h de estresse, houve uma redução ainda mais drástica para a cultivar ABPR 01431, enquanto a cultivar BRS Cauê obteve a maior porcentagem de

plântulas emergidas, não diferindo estatisticamente das cultivares BRS Korbel e KWS Irina. No período de 72h de alagamento, as menores porcentagens de emergência foram encontradas para as cultivares BRS Brau e KWS Irina, as quais mantiveram a mesma porcentagem baixa após 96h de alagamento. Nenhuma cultivar atingiu 70% ou mais de emergência quando submetida a 96h de alagamento.

Tabela 3. Emergência de plântulas (%) e índice de velocidade de emergência de sementes de cevada submetidas ao alagamento temporário em diferentes períodos de tempo e temperatura de 30°C. Capão do Leão, 2021.

Cultivares	Emergência de plântulas (%)				
	Tempo de alagamento (h)				
	0	24	48	72	96
ABPR 31	90 Aa*	54 Ba	60 Bb	64 Ba	41 Bb
BRS CAUÊ	78 Aa	54 Ba	81 Aa	44 Bb	46 Bb
BRS KORBEL	85 Aa	56 Aa	71 Aa	63 Aa	68 Aa
BRS QUARANTA	76 Aa	74 Aa	48 Bb	54 Ba	53 Ba
BRS BRAU	65 Ab	51 Aa	48 Ab	31 Bb	31 Bb
KWS IRINA	61 Ab	34 Bb	80 Aa	24 Bb	35 Bb
ANA 01	60 Ab	19 Bb	54 Ab	71 Aa	59 Aa
ABPR 01431	55 Bb	50 Ba	39 Bb	74 Aa	53 Ba
CV%	27,5				
Cultivares	IVE				
	Tempo de alagamento (h)				
	0	24	48	72	96
ABPR 31	10,03 Aa*	2,56 Cc	5,54 Ba	4,57 Ba	3,16 Ca
BRS CAUÊ	7,64 Aa	1,41 Bd	6,82 Aa	3,11 Bb	2,72 Ba
BRS KORBEL	7,63 Aa	4,85 Ab	5,81 Aa	6,01 Aa	5,03 Aa
BRS QUARANTA	8,13 Aa	7,83 Aa	2,39 Bb	4,69 Ba	3,45 Ba
BRS BRAU	6,32 Ab	4,65 Ab	6,54 Aa	1,67 Bb	1,90 Ba
KWS IRINA	5,40 Ab	2,95 Bc	8,33 Aa	0,81 Cb	2,23 Ba
ANA 01	5,06 Ab	0,73 Bd	3,23 Ab	4,73 Aa	4,30 Aa
ABPR 01431	4,41 Bb	3,40 Bb	2,19 Bb	6,18 Aa	3,45 Ba
CV%	26,45				

*Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

O IVE das sementes submetidas a 30°C foi superior para as cultivares ABPR 31, BRS Cauê, BRS Korbel e BRS Quaranta. Quando submetidas ao alagamento, o período com menor IVE para todas as cultivares foi o de 24h. Após 48h nota-se a probabilidade de recuperação e de adaptação das sementes, pois apresentaram maior IVE a partir desse período, mas ainda assim menor do que aquele obtido na capacidade de campo, exceto para a cultivar ABPR 01431, a qual apresentou maior IVE no período de 72h de alagamento.

Tanto a emergência de plântulas quanto o IVE foram afetados pelo aumento de temperatura, sendo que as sementes submetidas a 30°C emergiram menos e menor velocidade de emergência que as submetidas a 20°C. A temperatura de 20°C parece ser a ideal para que ocorra a emergência das sementes de cevada, devido às maiores

porcentagens de plântulas emergidas e maior velocidade de emergência (BEWLEY; BLACK, 1994).

Na Tabela 4 estão as médias obtidas para a variável massa seca de parte aérea (MSPA) e massa seca de raiz (MSR) na condição de 20°C, em que se pode observar que as plantas mantidas em capacidade de campo, a cultivar BRS Korbel se destacou com a maior média, enquanto a cultivar BRS Quaranta apresentou a menor MSPA entre as cultivares. Esses dados são interessantes para que se perceba as diferenças entre os comportamentos das cultivares em ambiente normal de cultivo.

Após 24h de estresse por excesso hídrico (Tabela 4), as plantas de BRS Quaranta, BRS Brau e ANA 01 já apresentaram diminuição na MSPA, sendo que a BRS Quaranta teve a redução mais drástica para esse período, se mostrando a cultivar mais suscetível ao alagamento desde o primeiro período. A única cultivar que manteve a deposição de MSPA após 48h de alagamento foi a ABPR 01431. Essa mesma cultivar manteve seu crescimento nos períodos de 72h e 96h, enquanto as demais apresentaram reduções drásticas na deposição de MSPA nesses tempos, principalmente após as 96h de estresse. Esses dados estão consistentes com os apresentados por Liu et al. (2011), que observaram redução do crescimento da parte aérea do milho a partir de 48h de alagamento temporário.

Quanto à MSR, as cultivares com maior deposição nas plantas mantidas em capacidade de campo também foi a BRS Korbel, enquanto BRS Quaranta foi a com menor MSR nessa condição. As cultivares KWS Irina e ANA 01 apresentaram decréscimos na MSR já após 24h de estresse, enquanto as demais cultivares mantiveram a MSR da condição sem alagamento. A partir de 48h ocorreu diminuição da MSR para todas as cultivares, exceto ABPR 01431, a qual manteve a MSR estatisticamente igual para todos os períodos de alagamento utilizados. O período que causou maior redução na MSR foi o de 96h horas para a maioria das cultivares. Comportamento semelhante a este ocorre com plantas de trigo, principalmente quando o alagamento temporário ocorre no período vegetativo da cultura (PAIS, 2019).

A redução da MSR com a progressão do período de alagamento é comportamento semelhante daquele encontrado em outras plantas da família Poaceae, como o trigo. Devido à produção de aerênquimas induzida pela submissão das plantas ao alagamento, a raiz fica com mais espaços livres e, portanto, menor quantidade de matéria seca (RAMOS et al., 2010; RAMOS et al., 2011; HERZOG et

al., 2016). Para Ballesteros et al. (2015), as características diferenciais de acúmulo de massa seca frente ao excesso hídrico entre as cultivares é uma forma de selecionar genótipos tolerantes a esse estresse.

Tabela 4. Massa seca de parte aérea e de raiz de plantas de cevada a partir de 14 dias após a semeadura submetidas ao alagamento temporário em diferentes períodos de tempo e temperatura de 20°C. Capão do Leão, 2021.

Cultivares	Massa Seca de Parte Aérea (mg plântula ⁻¹)				
	Tempo de alagamento (h)				
	0	24	48	72	96
ABPR 31	0,1730 Ab	0,1522 Ba	0,1310 Ca	0,1197 Cb	0,0939 Dd
BRS CAUÊ	0,1620 Ab	0,1567 Aa	0,1357 Ba	0,1302 Bb	0,1289 Ba
BRS KORBEL	0,1875 Aa	0,1560 Ba	0,1045 Cb	0,0965 Cc	0,0850 Dd
BRS QUARANTA	0,1193 Bd	0,1066 Cc	0,1029 Cb	0,1825 Aa	0,0849 Dd
BRS BRAU	0,1699 Ab	0,1537 Ba	0,1396 Ca	0,1324 Cb	0,1161 Db
KWS IRINA	0,1706 Ab	0,1121 Bc	0,1108 Bb	0,1107 Bc	0,1003 Bc
ANA 01	0,1415 Ac	0,1075 Bc	0,1036 Bb	0,1068 Bc	0,1059 Bc
ABPR 01431	0,1414 Ac	0,1321 Ab	0,1323 Aa	0,1325 Ab	0,1325 Aa
CV%	7,58				
Cultivares	Massa Seca de Raiz (mg plântula ⁻¹)				
	Tempo de alagamento (h)				
	0	24	48	72	96
ABPR 31	0,0422 Dc	0,0763 Aa	0,0731 Aa	0,0729 Ba	0,0721 Ba
BRS CAUÊ	0,0496 Bb	0,0701 Ab	0,0656 Aa	0,0652 Ab	0,0622 Ab
BRS KORBEL	0,0564 Ba	0,0770 Aa	0,0684 Aa	0,0769 Aa	0,0770 Aa
BRS QUARANTA	0,0231 Cd	0,0359 Bc	0,0508 Ab	0,0540 Ac	0,0575 Ab
BRS BRAU	0,0352 Ac	0,0370 Ac	0,0360 Ac	0,0347 Ad	0,0401 Ac
KWS IRINA	0,0460 Cb	0,0660 Bb	0,0699 Ba	0,0747 Aa	0,0805 Aa
ANA 01	0,0593 Ba	0,0689 Ab	0,0739 Aa	0,0738 Aa	0,0735 Aa
ABPR 01431	0,0615 Aa	0,0627 Ab	0,0640 Aa	0,0643 Ab	0,0643 Ab
CV%	10,88				

*Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

Para a temperatura de 30°C, o grupo de cultivares ABPR 31, BRS Korbrel, ANA 01 e ABPR 01431 se destacaram com as maiores médias de MSPA, enquanto a cultivar BRS BRAU apresentou a menor MSPA entre as cultivares (Tabela 5).

A partir da condição estressante de alagamento temporário do solo, a única cultivar que manteve a deposição de massa seca na parte aérea foi a ANA 01, com o pico de massa seca após 48h de alagamento (Tabela 5). A cultivar BRS Cauê apresentou comportamento mais suscetível ao alagamento temporário com a temperatura mais elevada, já que a partir de 24h mantidas nessa condição aconteceu redução da massa seca alocada na parte aérea, o que não foi observado para a

deposição de massa seca da raiz, que se manteve no mesmo patamar do obtido para as plântulas na capacidade de campo (Tabela 5). O período com menor deposição de matéria seca na parte aérea foi após 96h de alagamento para todas as cultivares, exceto a ANA 01.

Tabela 5. Massa seca de parte aérea e de raiz de plantas de cevada a partir de 14 dias após a semeadura submetidas ao alagamento temporário em diferentes períodos de tempo e temperatura de 30°C. Capão do Leão, 2021.

Massa Seca de Parte Aérea (mg plântula ⁻¹)					
Cultivares	Tempo de alagamento (h)				
	0	24	48	72	96
ABPR 31	0,1411 Aa*	0,1073 Bc	0,1012 Bb	0,1051 Bb	0,0985 Bb
BRS CAUÊ	0,1232 Ab	0,0720 Bd	0,0932 Bb	0,0812 Bb	0,1000 Bb
BRS KORBEL	0,1514 Aa	0,1479 Aa	0,1384 Aa	0,1239 Aa	0,0969 Bb
BRS QUARANTA	0,1179 Ab	0,1109 Ac	0,0932 Bb	0,1240 Aa	0,0988 Bb
BRS BRAU	0,0824 Bc	0,1225 Ac	0,1108 Ab	0,0891 Bb	0,0965 Bb
KWS IRINA	0,1179 Bb	0,1502 Ab	0,1371 Aa	0,1201 Ba	0,1128 Ba
ANA 01	0,1428 Aa	0,1276 Ab	0,1452 Aa	0,1241 Aa	0,1220 Aa
ABPR 01431	0,1336 Ba	0,1126 Ba	0,1574 Aa	0,1245 Ba	0,1218 Ba
CV%	13,99%				
Massa Seca de Raiz (mg plântula ⁻¹)					
Cultivares	Tempo de alagamento (h)				
	0	24	48	72	96
ABPR 31	0,0300 Bb	0,0436 Ab	0,0559 Aa	0,0479 Aa	0,0467 Aa
BRS CAUÊ	0,0326 Ab	0,0395 Ab	0,0319 Ab	0,0339 Ab	0,0382 Ab
BRS KORBEL	0,0338 Cb	0,0626 Aa	0,0488 Ba	0,0458 Ba	0,0392 Cb
BRS QUARANTA	0,0317 Ab	0,0274 Ac	0,0330 Ab	0,0341 Ab	0,0372 Ab
BRS BRAU	0,0259 Cb	0,0433 Ab	0,0360 Bb	0,0494 Aa	0,0355 Bb
KWS IRINA	0,0691 Aa	0,0598 Aa	0,0533 Ba	0,0517 Ba	0,0499 Ba
ANA 01	0,0601 Aa	0,0574 Aa	0,0580 Aa	0,0478 Ba	0,0471 Ba
ABPR 01431	0,0506 Ba	0,0648 Aa	0,0576 Aa	0,0528 Ba	0,0502 Ba
CV%	15,12				

*Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

Pode-se perceber que ocorreu menor deposição de MSPA nas plantas submetidas ao alagamento e à alta temperatura. Segundo Ploschuk et. al. (2018), a alteração da temperatura associada ao alagamento de solo, reduz, principalmente, a massa seca da parte aérea das plantas. Esse efeito pode estar relacionado à translocação de assimilados para as raízes das plantas em detrimento da parte aérea.

Quanto à massa seca de raiz (Tabela 4), na capacidade de campo as melhores cultivares KWS Irina, ANA 01 e ABPR 01431, sendo que as demais formaram um grupo com as menores médias. A cultivar BRS Quaranta apresentou a menor média

com 24h de alagamento temporário, entretanto, apresentou um aumento de MSR nos demais períodos de estresse, indicando que ocorreu uma adaptação das plantas ao excesso hídrico que possibilitou a continuidade do crescimento. O estresse causado por elevada temperatura levou a um menor acúmulo de massa seca nas raízes, mesmo na condição de capacidade de campo e quando associado ao estresse por excesso hídrico ocorreu uma diminuição ainda maior do acúmulo de MSR em todas as cultivares.

2.4 Conclusões

Independente da cultivar, a temperatura de 30°C afeta negativamente a expressão do vigor das sementes e o crescimento inicial das plantas de cevada.

O efeito do alagamento é variável entre cultivares. As cultivares ABPR 01431 E ANA 01 apresentam massa seca de parte aérea e de raiz semelhante em todos os períodos de alagamento com temperatura de 20°C.

A maior massa seca de parte aérea foi obtida às 24h de alagamento na temperatura de 30°C para a cultivar KWS Irina e a maior massa seca de raiz, nessas mesmas condições para a cultivar ABPR 01431.

3 CAPÍTULO II

Crescimento inicial, partição de carbono e pigmentos fotossintéticos em cultivares de cevada sob alagamento temporário do substrato solo

3.1 Introdução

O principal destino da cevada (*Hordeum vulgare L.*) produzida no mundo é para alimentação animal, cerca de 65% da produção (DE MORI; MINELLA, 2012). Sua importância econômica de destaque ocorre principalmente em países do leste europeu e oeste asiático que apresentam clima temperado (USDA, 2020).

No Brasil o principal destino da produção de cevada é a indústria cervejeira, sendo cultivada inicialmente em solo brasileiro devido ao seu fomento por volta da década de 1970, a fim de garantir a produção Nacional de cerveja frente ao aumento dos preços dessa matéria prima no mercado externo (CAIERÃO, 2008). Atualmente, os principais produtores brasileiros encontram-se no Sul do Brasil, entre eles, se enquadram o Estado do Rio Grande do Sul (CONAB, 2021).

A região Sul do Rio grande do Sul é tradicionalmente conhecida pelo cultivo de arroz irrigado e da pecuária extensiva, sendo dotada de condições de solo que propiciam a permanência de uma lâmina de água e o seu alagamento temporário. O solo é caracterizado como planossolo com horizonte B textural e drenagem deficiente (DUTRA et al., 1995; MARCHEZAN et al., 2002). O estresse por alagamento do solo influencia no desempenho das plantas em relação à área folhar, massa seca e fotossíntese (MINELLA, 2013; POVILAITIS et al., 2018).

O presente estudo teve por objetivo avaliar o crescimento inicial de plantas de cevada e pigmentos fotossintéticos em cultivares de cevada sob ação de períodos de alagamento temporário do solo.

3.2 Material e métodos

O estudo foi realizado em casa de vegetação e nas dependências do laboratório de sementes do Programa de Pós-graduação em Ciências e Tecnologia de sementes, da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel pertencente à Universidade Federal de Pelotas/UFPel, localizado no município do Capão do Leão (RS-Brasil).

Durante a condução do experimento em casa de vegetação a temperatura mínima registrada foi 15°C e a máxima de 28,9°C. Foram utilizadas bandejas de polietileno preto, as quais foram preenchidas com substrato composto por solo de um horizonte A1 de Planossolo Háplico Eutrófico Solódico, pertencente à unidade de mapeamento Pelotas (STRECK et al., 2008).

As cultivares utilizadas foram ABPR 31, ABPR 01431, ANA 01, BRS CAUÊ, BRS BRAU, BRS KORBEL, BRS QUARANTA, KWS IRINA, que foram mantidas em capacidade de campo ou alagamento, sendo as avaliações realizadas em 0, 24, 48, 72 e 96h, após o 14^o dia de semeadura.

Em cada período foi realizada a determinação do índice de clorofila *a* (Cha), *b* (Chb) e total (Cht) 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 comprimento de parte aérea, massa seca de parte aérea e de raízes.

Na avaliação de comprimento de parte aérea (CPA), os resultados foram expressos em centímetros (cm). Posteriormente, as plantas foram separadas em parte aérea e raiz e, logo após, 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, os resultados foram expressos em porcentagem de massa seca por parte da planta (BRASIL, 2009).

O experimento foi realizado no delineamento blocos ao acaso, com quatro repetições e trifatorial 8x2x5, o primeiro fator são as cultivares, o segundo fator as condições do solo (capacidade de campo e alagamento) e o terceiro fator são os tempos de coleta (0, 24, 48, 72, e 96). Após a coleta dos dados, realizou-se a tabulação e a verificação das pressuposições da análise da variância. Atendidas as

pressuposições, os dados foram submetidos à análise de variância e quando significativos pelo teste F a 5% de probabilidade os fatores qualitativos foram submetidos ao teste de agrupamento de médias de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

3.3 Resultados e discussão

De acordo com o quadro da análise de variância tabela 6, foi possível verificar que a interação tripla foi significativa para as variáveis comprimento de parte aérea (CPA), clorofila *a* (Cha), *b* (Chb) e total (Cht). Na Tabela 7 estão as médias obtidas para o comprimento de parte aérea, sendo possível verificar que o crescimento no tempo zero para ambas as condições de solo foram mantidas estatisticamente iguais. O grupo de cultivares com o maior comprimento de parte aérea no tempo 0 na capacidade de campo foi composto por ABPR 31, KWS Irina e ANA 01. Com o passar dos tempos de coleta, o comprimento de parte aérea continuou a aumentar até o período de 96h, entretanto a cultivar ANA 01 foi a única que ao chegar nesse período manteve a média estatisticamente igual ao dos tempos 0, 24 e 48h.

Após as 24h de alagamento (Tabela 7) ocorreu uma redução do comprimento de parte aérea para todas as cultivares, essa diminuição se manteve nos períodos de 48h, exceto para as cultivares BRS Korbel, KWS Irina e ABPR 01431, as quais retomaram o crescimento normal. As cultivares BRS Brau e ABPR 01431 foram as únicas que tiveram o CPA reduzido no período de 72h após alagamento. As 96h de estresse por excesso hídrico reduziram o CPA das cultivares BRS Cauê, BRS Korbel e ANA 01.

Tabela 6. Resumo do quadro da análise de variância cultivares(CUL) x condição de solo (COND)x tempos de coleta(COLETA). Capão do Leão, 2021.

FV	GL	Quadrados médios					
		CPA	Cha	Chb	Cht	MSPA	MSR
BLOCO	3	0,8293	17,8156	2,9314	33,0309	0,0001	0,0000
CUL	7	29,8307	21,5879	5,7787	45,6598	0,0023	0,0002
COND	1	0,6107	2,3188	25,0309	12,1126	0,0032	0,0024
COLETA	4	106,1157	128,8081	26,0127	268,9973	0,0226	0,0037
CUL*COND	7	1,1289	7,1585	2,2042	15,2114	0,0023	0,0037
CUL*COLETA	28	9,5088	11,1197	1,4107	17,2998	0,0003	0,0006
COND*COLETA	4	7,5904	94,4443	8,3309	150,7228	0,0019	0,0001
CUL*COND*COLETA	28	3,5904*	16,4525*	2,9267*	30,8389*	0,0006NS	0,0001NS
RESIDUO	237	1,8101	4,2655	1,1061	7,3829	0,0002	0,000
Média		20,18	20,95	5,58	26,53	0,1381	0,0306
CV (%)		6,68	9,86	18,86	10,24	11,35	24,13

*Diferença significativa a 5% de probabilidade

*Não Significativo

Tabela 7. Comprimento de parte aérea (CPA) de plântulas de cevada submetidas à capacidade de campo e ao alagamento temporário em diferentes períodos de tempo. Capão do Leão, 2021.

Cultivar	Comprimento de parte aérea (cm)									
	Capacidade de campo					Alagamento				
	Tempo					Tempo				
	0	24	48	72	96	0	24	48	72	96
ABPR 31	20,55 Aaα*	20,25 Aaα	19,62 Abα	20,25 Abα	21,49 Abα	20,24 Aaα	18,76 Baα	19,13 Bbα	21,74 Abα	20,8 Aaα
BRS CAUÊ	18,02 Bbα	19,48 Aaα	20,2 Abα	20,37 Abβ	21,28 Abα	19,48 Baα	18,97 Baα	19,34 Bbα	22,37 Abα	19,74 Bbα
BRS KORBEL	17,00 Cbα	18,63 Bbα	19,25 Bbβ	21,54 Bbα	21,57 Abα	18,63 Baα	19,00 Baα	21,81 Aaα	20,32 Aα	18,40 Bbβ
BRS QUARANTA	17,74 Bbα	18,56 Bbα	19,25 Bbα	19,71 Bbα	21,98 Abα	17,83 Bbα	18,49 Baα	19,12 Bbα	20,19 Aα	21,5 Aaα
BRS BRAU	16,4 Cbα	16,40 Ccα	18,34 Bbα	21,27 Abα	21,97 Abα	16,40 Bbα	18,25 Baα	17,84 Bbα	18,80 Bcβ	21,92 Aaα
KWS IRINA	20,14 Baα	19,86 Baα	19,83 Bbβ	20,13 Bbβ	23,32 Aaα	19,85 Baα	19,38 Baα	22,74 Aaα	22,51 Abα	21,87 Aaα
ANA 01	19,98 Baα	20,68 Baα	18,85 Bbα	25,22 Aaα	20,78 Bbα	19,67 Baα	20,27 Baα	19,79 Bbα	24,74 Aaα	20,74 Baα
ABPR 01431	18,15 Cbα	18,61 Cbβ	21,77 Baα	21,93 Bbα	23,92 Aaα	18,60 Caα	20,78 Baα	23,63 Aaα	20,98 Bcα	22,88 Aaα
CV (%)	6,68									

*Letras maiúsculas comparam tempos de coleta, letras minúsculas comparam cultivares e letras gregas comparam condições do solo pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

Quanto ao índice de clorofila *a* (Cha) (Tabela 8) foi possível verificar que na capacidade de campo ele se manteve estatisticamente igual para todas as cultivares com o passar dos períodos de coleta, exceto para a cultivar ABPR 01431, que apresentou diminuição das médias a partir do período de 72h e a cultivar KWS Irina que apresentou menor clorofila *a* (Cha) após 96h. Quanto às plantas alagadas, as cultivares KWS Irina, ANA 01 e ABPR 01431 apresentaram diferença estatística em comparação com as não alagadas no período de 48h, assim, os efeitos do alagamento foi percebido mais precocemente do que nas cultivares BRS Korbel, BRS Quaranta e BRS Brau que apresentaram diminuição no índice da clorofila *a* (Cha) somente depois das 72h. Após os períodos de queda do índice clorofila *a* (Cha), as cultivares voltaram a apresentar teores próximos aqueles encontrados em plantas não alagadas para o mesmo período, indicando que, possivelmente, houve uma recuperação para a retomada da síntese da clorofila *a* (Cha).

Com a comparação somente entre as plantas alagadas (Tabela 8), nota-se que as cultivares ABPR 31, BRS Cauê, ANA 01 e ABPR 01431 já apresentaram redução no índice clorofila *a* (Cha) no tempo de 24h de alagamento quando comparado ao tempo zero. Para a cultivar BRS Cauê, a redução no índice de clorofila *a* (Cha) foi ainda maior a partir das 72h de alagamento. Para a cultivar ABPR 01431 é importante notar que ocorreu redução do índice de clorofila *a* (Cha) nos tempos de 24, 48 e 72h, mas houve um aumento nesse índice no período de 96h, entretanto, este foi menor que o do tempo zero de alagamento.

As cultivares mantiveram níveis semelhantes do índice de clorofila *a* (Cha) no tempo zero de alagamento, não apresentaram diferença estatística entre eles. BRS Korbel, BRS Quaranta e BRS Brau apresentaram o melhor desempenho para essa variável no tempo de 24 e 48h. Porém, BRS Quaranta apresentou menor desempenho nessa variável do que as demais cultivares no tempo de 72h. Após 96h de estresse, as cultivares ABPR 31, BRS Quaranta, KWS Irina e ABPR 01431 foram as com melhor desempenho para clorofila *a* (Cha).

Tabela 8. Índice de Clorofila *a* (Cha) de plântulas de cevada submetidas à capacidade de campo e ao alagamento temporário em diferentes períodos de tempo. Capão do Leão, 2021.

Cultivar	Clorofila <i>a</i>									
	Capacidade de campo					Alagamento				
	Tempo (h)									
	0	24	48	72	96	0	24	48	72	96
ABPR 31	17,31 Abβ*	20,07 Aαα	20,53 Aαα	19,59 Aαα	19,73 Aαα	24,08 Aαα	21,94 Bbα	21,37 Bbα	18,68 Baα	20,75 Baα
BRS CAUÊ	21,16 Aαβ	20,48 Aαα	21,36 Aαα	21,31 Aαα	20,68 Aαα	24,87 Aαα	21,80 Bbα	21,27 Bbα	18,59 Caα	18,21 Cbα
BRS KORBEL	21,69 Aαα	21,33 Aαβ	22,66 Aαα	21,95 Aαα	19,21 Aαα	23,52 Aαα	24,32 Aαα	24,64 Aαα	17,01 Baβ	19,12 Bbα
BRS QUARANTA	21,58 Aαβ	22,90 Aαα	23,16 Aαα	21,77 Aαα	20,36 Aαα	25,97 Aαα	25,11 Aαα	24,30 Aαα	12,35 Cbβ	21,15 Baα
BRS BRAU	19,43 Abβ	20,88 Aαα	22,98 Aαα	22,90 Aαα	21,05 Aαα	24,55 Aαα	24,51 Aαα	24,12 Aαα	18,98 Baβ	18,35 Bbα
KWS IRINA	21,29 Aαα	21,95 Aαα	21,61 Aαα	20,38 Aαα	17,97 Bbα	21,71 Aαα	19,25 Abα	17,93 Acβ	19,33 Aαα	20,24 Aαα
ANA 01	19,98 Abβ	20,88 Aαα	21,59 Aαα	19,13 Aαα	18,63 Abα	24,09 Aαα	20,56 Bbα	16,60 Bcβ	18,88 Baα	19,21 Bbα
ABPR 01431	23,77 Aαα	22,91 Aαα	22,49 Aαα	19,99 Baα	15,87 Cbβ	25,32 Aαα	20,02 Cbα	17,66 Ccβ	18,72 Caα	22,25 Baα
CV (%)	9,86									

*Letras maiúsculas comparam tempos de coleta, letras minúsculas comparam cultivares e letras gregas comparam condições do solo pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

As cultivares KWS Irina, BRS Korbel, ANA 01 e ABPR 01431 foram as únicas que apresentaram redução no índice de clorofila *b* (Chb) com o passar dos tempos de coleta nas plantas mantidas em capacidade de campo (Tabela 9). Para as cultivares KWS Irina e ANA 01 a redução do índice de clorofila *b* (Chb) ocorreu nos tempos 48, 72 e 96h, enquanto para a cultivar ABPR 01431 e BRS Korbel teve redução na coleta do tempo de 96h. As demais cultivares não apresentaram diferença estatísticas para o índice de clorofila *b* (Chb) nos diferentes tempos de coleta.

Ao comparar as plantas submetidas ao alagamento com aquelas do tempo zero (Tabela 9), pode-se perceber que ocorreu redução do índice clorofila *b* (Chb) a partir de 24h de alagamento para as cultivares ABPR 31, BRS Cauê, ANA 01 e ABPR 01431. Após 48h de estresse, as cultivares ABPR 31, BRS Cauê e ANA 01 continuaram a ter um desempenho inferior do que mostrado no tempo zero. Para as 72h, a cultivar ANA 01 voltou a ter desempenho semelhante ao do tempo zero e, juntamente com as cultivares KWS Irina e ABPR 31, foram as com melhor desempenho nesse período. Após 96h de alagamento somente as cultivares BRS Quaranta, KWS Irina e ABPR 01431 apresentaram desempenho semelhante ao do tempo zero, além de serem as melhores cultivares para esse tempo.

As plantas das cultivares KWS Irina, ANA 01 e ABPR 01431 submetidas ao alagamento no período de 24h, apresentaram uma redução no índice clorofila *b* (Chb), comparadas às plantas mantidas em capacidade de campo para o mesmo período. Esse menor índice de clorofila *b* (Chb) foi mantido até o período de 48h, sendo que após 72h, o índice de clorofila *b* (Chb) voltou a patamares semelhantes ao das plantas em capacidade de campo (Tabela 9). Após 72h as cultivares BRS Korbel, BRS Quaranta e BRS Brau em alagamento apresentaram menor índice de clorofila *b* (Chb) do que as plantas mantidas em capacidade de campo no mesmo tempo de coleta, sendo que somente a cultivar BRS Cauê teve o menor índice de clorofila *b* (Chb) após as 96h de alagamento.

Os valores para o índice de clorofila total (Tabela 9) acompanharam o comportamento dos teores do índice da clorofila *a* (Cha), pois é esse tipo de clorofila que está em maior quantidade nas plantas.

Tabela 9. Índice de Clorofila *b* (Chb) e índice de clorofila total (Cht) de plântulas de cevada submetidas à capacidade de campo e ao alagamento temporário em diferentes períodos de tempo. Capão do Leão, 2021.

Cultivar	Clorofila <i>b</i>									
	Capacidade de campo					Alagamento				
	Tempo (h)									
	0	24	48	72	96	0	24	48	72	96
ABPR 31	5,16 Aaβ	6,16 Aaα	6,61 Aaα	5,45 Aaα	4,83 Aaα	7,37 Aaα	5,84 Baα	5,46 Baα	4,72 Baα	5,61 Baα
BRS CAUÊ	6,69 Aaα	5,47 Aaα	5,67 Aaα	5,10 Aaα	6,28 Aaα	8,14 Aaα	5,84 Baα	5,33 Baα	4,91 Baα	4,01 Bbβ
BRS KORBEL	6,99 Aaα	6,80 Aaα	7,06 Aaα	6,79 Aaα	4,56 Baα	6,91 Aaα	6,08 Aaα	5,91 Aaα	3,89 Baβ	4,70 Bbα
BRS QUARANTA	5,91 Aaα	6,83 Aaα	6,65 Aaα	5,91 Aaα	4,83 Aaα	7,34 Aaα	6,62 Aaα	6,18 Aaα	2,89 Baβ	5,58 Aaα
BRS BRAU	6,11 Aaα	6,46 Aaα	6,26 Aaα	6,13 Aaα	5,21 Aaα	6,66 Aaα	6,28 Aaα	6,71 Aaα	4,58 Baβ	4,44 Bbα
KWS IRINA	6,82 Aaα	6,16 Aaα	6,41 Aaα	5,00 Baα	4,49 Baα	4,79 Abβ	4,42 Abβ	3,88 Abβ	4,30 Aaα	5,52 Aaα
ANA 01	5,95 Aaα	6,28 Aaα	6,01 Aaα	4,91 Baα	4,32 Baα	5,79 Abα	4,35 Bbβ	3,76 Bbβ	4,79 Aaα	3,72 Bbα
ABPR 01431	6,28 Aaα	6,16 Aaα	5,97 Aaα	5,77 Aaα	3,68 Baβ	5,00 Abα	4,47 Abβ	4,38 Abβ	4,75 Aaα	5,86 Aaα
CV (%)	18,86									
	Clorofila total									
ABPR 31	22,47 Abβ	26,24 Aaα	27,15 Aaα	25,04 Aaα	24,56 Aaα	31,45 Aaα	27,78 Baα	26,83 Bbα	23,40 Baα	26,36 Baα
BRS CAUÊ	27,85 Aaβ	25,95 Aaα	27,03 Aaα	26,41 Aaα	26,97 Aaα	33,01 Aaα	27,64 Baα	26,60 Bbα	23,50 Caα	22,23 Cbβ
BRS KORBEL	28,69 Aaα	28,13 Aaα	29,72 Aaα	28,74 Aaα	23,78 Baα	30,43 Aaα	30,41 Aaα	30,56 Aaα	20,90 Baβ	23,82 Bbα
BRS QUARANTA	27,49 Aaβ	29,73 Aaα	29,82 Aaα	27,68 Aaα	25,20 Aaα	33,31 Aaα	31,73 Aaα	30,48 Aaα	15,24 Cbβ	26,73 Baα
BRS BRAU	25,54 Abβ	27,35 Aaα	29,25 Aaα	29,03 Aaα	26,26 Aaα	31,21 Aaα	30,79 Aaα	30,83 Aaα	23,57 Baβ	22,80 Bbα
KWS IRINA	28,11 Aaα	28,11 Aaα	28,02 Aaα	25,39 Baα	22,46 Bbα	26,50 Abα	23,67 Abβ	21,82 Acβ	23,63 Aaα	25,77 Aaα
ANA 01	25,93 Abβ	27,16 Aaα	27,60 Aaα	24,04 Baα	22,96 Bbα	29,88 Aaα	24,92 Bbα	20,36 Bcβ	23,67 Baα	22,93 Bbα
ABPR 01431	30,05 Aaα	29,07 Aaα	28,46 Aaα	25,76 Aaα	19,56 Bbβ	30,33 Aaα	24,49 Bbβ	22,04 Bcβ	23,47 Baα	28,11 Aaα
CV (%)	1,24									

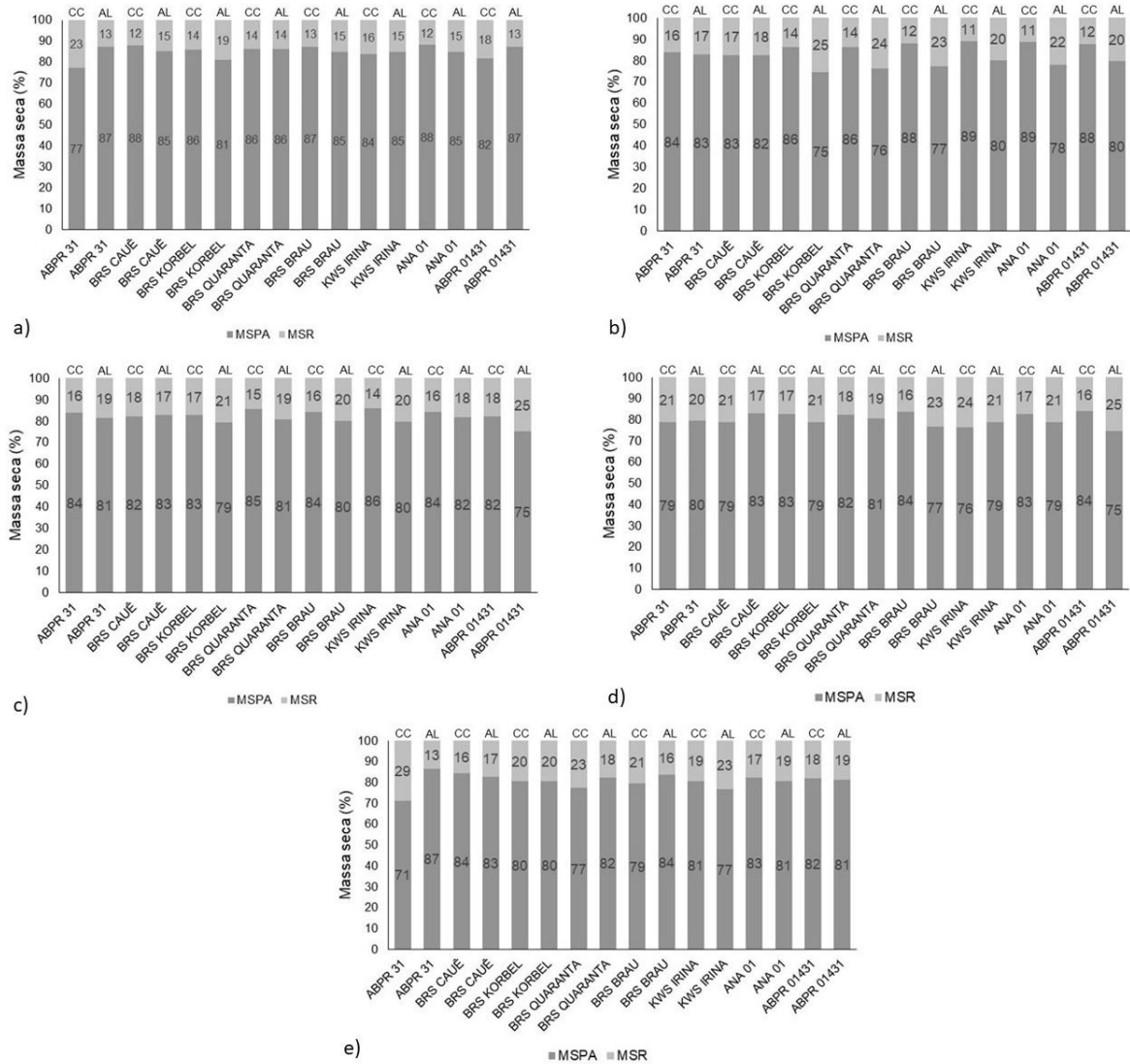
*Letras maiúsculas comparam tempos de coleta, letras minúsculas comparam cultivares e letras gregas comparam condições do solo pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

Na Figura 1 estão as porcentagens de massa seca de parte (MSPA) aérea e raiz (MSR) para os diferentes tempos de coleta. Para o tempo zero (Figura 1a) a relação entre MSPA e MSR ficaram próximas em todas as cultivares, já que as plantas estavam na mesma condição de solo. Porém, na coleta de 24h (Figura1b) já se observa mudanças nessa relação para algumas cultivares, sendo que BRS Korbel, BRS Quaranta, BRS Brau, KWS Irina, ANA 01 e ABPR 01431 apresentaram um aumento na quantidade de fotoassimilados armazenados na raiz de plantas alagadas.

Na coleta de 48h (Figura1c), somente as cultivares BRS Korbel, KWS Irina e ABPR 01 mantiveram maior porcentagem de MSR no alagamento, enquanto as demais mantiveram relações MSPA e MSR próximas entre as plantas alagadas e mantidas na capacidade de campo. Na coleta de 72h (Figura 1d), a cultivar BRS Cauê foi a única que apresentou redução de MSR em relação a MSPA nas plantas alagadas, enquanto as demais cultivares apresentaram deposição de massa seca de parte aérea e raiz semelhantes as plantas mantidas em capacidade de campo. Somente as cultivares BRS Korbel e ABPR 01431 que apresentaram um aumento significativo de MSR nas plantas alagadas em comparação com aquelas sem alagamento.

A cultivar ABPR 31 foi a única cultivar que apresentou redução significativa na porcentagem de MSR nas plantas alagadas, o que demonstra ser a mais sensível após 96h de alagamento (Figura 1e) para essa variável. As demais cultivares apresentaram deposição semelhante as plantas em condição de solo sem alagamento, mostraram que mesmo com o estresse, as plantas continuaram a depositar fotoassimilados nas diferentes partes da planta.

Figura 1. Partição da massa seca de cultivares de cevada massa seca de parte aérea (MSPA) e massa seca de raiz (MSR) em capacidade de campo (CC) e alagamento do solo (AL) nos períodos de coleta de 0 (a), 24h (b), 48h (c), 72h (d) e 96h (e). Capão do Leão, 2021.



3.4 Conclusões

O alagamento do solo exerce influência variável nas cultivares quanto ao crescimento de parte aérea, sendo que o período de 96h diminui a variável para as cultivares BRS Cauê, BRS Korbel e ANA 01.

O índice de clorofila a (Cha) e total (Cht) tiveram comportamento semelhante, com diminuição em plantas sob alagamento no período de 48h para as cultivares KWS Irina, ANA 01 e ABPR 01431 e de 72h as cultivares BRS Korbel, BRS Quaranta e BRS Brau.

Para o índice de clorofila *b* (Chb), todas as plantas de todas as cultivares demonstraram redução no período de 24h, a cultivar que apresentou o maior índice nesse período foi a cultivar BRS Quaranta. No período de 48h destaca-se com o maior índice as plantas da cultivar BRS Brau. As plantas da cultivar ANA 01 destacaram-se com um índice de clorofila *b* (Chb) superior as demais cultivares no período de 72hs. As plantas das cultivares ABPR 01431 tiveram aumento do índice de clorofila no período de 96h, essa cultivar destaca-se por apresentar nesse período uma elevação do índice de clorofila ao comparar com período de 0h e as plantas que permaneceram em capacidade de campo.

O alagamento do solo interferiu na partição de massa seca para as cultivares BRS Cauê e ABPR 31 após 72h e 96h respectivamente.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O alagamento temporário do solo influencia de forma diferencial o comportamento de cultivares de cevada, sendo que o efeito negativo desse estresse aumenta quando há associação a temperaturas acima das ideais para o cultivo.

O alagamento do solo afeta parâmetros relativos ao crescimento de plântulas, além de influenciar nos aspectos relacionados à fotossíntese e à deposição de massa seca nas diferentes partes da planta.

A partir do período de alagamento de 72h a partição de massa seca na raiz diminui nas cultivares de cevada e aumenta na partição de massa seca na parte aérea. Essa redução fica evidente no período de alagamento de 96h. A cultivar ABPR 31 apresentou o maior acúmulo de assimilados no percentual de massa seca na parte aérea no período de 96h em comparação com a capacidade de campo, mostrando assim uma redução expressiva na massa seca de raiz submetida ao alagamento do solo.

REFERÊNCIAS

- ABRASEM. Associação Brasileira de sementes e mudas. Dados estatísticos 2020. Disponível em: <http://www.abrasem.com.br/estatisticas/#> Acesso em: 25 nov. 2021.
- AMARAL, Artur; OLIVEIRA, João. Influência da aplicação de diferentes doses de azoto em cevada dística para malte. **Revista UI_IPSantarém**, v. 8, n. 3, p. 5-19, 2020.
- ARMSTRONG, William; BRANDLE, Roland; JACKSON, Michael B. Mechanisms of flood tolerance in plants. **Acta Botanica Neerlandica**, v. 43, n. 4, p. 307-358, 1994
- BALLESTEROS, Diana C. *et al.* Tolerance of wheat to vegetative stage soil waterlogging is conditioned by both constitutive and adaptive QTL. **Euphytica**, v. 201, n. 3, p. 329-343, 2015.
- BATISTA, Claudia Universal Neves *et al.* Tolerância à inundação de *Cecropia pachystachya* Trec.(Cecropiaceae): aspectos ecofisiológicos e morfoanatômicos. **Acta Botanica Brasilica**, v. 22, p. 91-98, 2008.
- BEWLEY, J. Derek; BLACK, Michael. Dormancy and the control of germination. In: **Seeds**. Springer, Boston, MA, 1994. p. 199-271.
- BLAZUS, Valdéria. Produtividade e valor nutritivo de grãos de cevada superprecoce no outono em diferentes épocas de semeadura, doses de nitrogênio e espaçamentos. Dissertação (Mestrado em agronomia) - Programa de Pós Graduação em Agronomia e Medicina veterinária. Universidade de Passo Fundo. Passo Fundo. Dissertação. p. 94, 2015.
- BRASIL. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2009.
- 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.
- CAIERÃO, Eduardo; CUNHA, Gilberto Rocca; PIRES, João Leonardo Fernandes. Cevada. In: MONTEIRO, J. E. B. A. **Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola**. Brasília: INMET, p.169- 181, 2009.
- CAIERÃO, Eduardo. **Cevada: história e evolução** In: Origem e evolução de plantas cultivadas. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2008.
- CAMEJO, Daymi *et al.* High temperature effects on photosynthetic activity of two tomato cultivars with different heat susceptibility. **Journal of plant physiology**, v. 162, n. 3, p. 281-289, 2005.

CANTARELI, Leandro Damero *et al.* Variabilidade de plantas de soja originadas de sementes de diferentes níveis de qualidade fisiológica. **Acta Agronômica**, v. 64, n. 3, p. 234-238, 2015.

COLMER, Timothy; VOESENEK, L. A. C. J. Flooding tolerance: suites of plant traits in variable environments. **Functional Plant Biology**, v. 36, n. 8, p. 665-681, 2009

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento de safra brasileiro** – grãos: nono levantamento, junho/2021 – safra 2021/2022: Brasília: Companhia Nacional de Abastecimento. 2019. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/> Acesso em: 20 de jun. 2021.

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

DUTRA, Leonardo F. *et al.* Resposta do feijoeiro ao fósforo em dois níveis de umidade no solo. **Revista Brasileira de Agrociência**. v. 1, n. 2, p. 91-96, 1995.

GOMES, João Flávio Bomfim. RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DAS TECNOLOGIAS GERADAS PELA EMBRAPA. 2018.

FERREIRA, Juliano Lino; MAGALHÃES, Paulo César; BORÉM, Aluizio. Avaliação de três características fisiológicas em 4 ciclos de seleção no cultivar de milho BRS-4154 sob o solo encharcado. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, p. 1719-1723, 2008.

FORSTHOFER, Everton Leonardo *et al.* Desempenho agrônomico e econômico do milho em diferentes níveis de manejo e épocas de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, p. 399-407, 2006.

FUKAO, Takeshi; BAILEY-SERRES, Julia. Respostas das plantas à hipóxia - a sobrevivência é um ato de equilíbrio? **Tendências em ciência de plantas**, v. 9, n. 9, pág. 449-456, 2004.

HERZOG, Max *et al.* Mechanisms of waterlogging tolerance in wheat—a review of root and shoot physiology. **Plant, cell & environment**, v. 39, n. 5, p. 1068-1086, 2016.

JACKSON, Michael; COLMER, Timothy. Response and adaptation by plants to flooding stress. **Annals of Botany**, v.96, p.501-505, 2005.

LIU, Changcheng *et al.* Effect of drought on pigments, osmotic adjustment and antioxidant enzymes in six woody plant species in karst habitats of southwestern China. **Environmental and Experimental Botany**, v. 71, n. 2, p. 174-183, 2011.

LOBELL, David B.; ASNER, Gregory P. Climate and management contributions to recent trends in U. S. agricultural yields. **Science**, v. 299, n. 5609, p. 1032-1032, 2003.

LOPES, Maw-icio Antonio; PARENTONI, S. N.; MAGNAVACA, R. Adaptaciones morfológicas y fisiológicas en plantas de maíz sometidas a deficiencia de oxígeno en el suelo. In: Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: SEMINARIO MEJORAMIENTO PARA TOLERANCIA A FACTORES AMBIENTALES ADVERSOS EN EL CULTIVO DEL MAIZ, 3, 1987, Quito. Anais... **Quito: IICA: PROCIANDINO**, 1988. p. 106-124., 1988.

MAGUIRE, James D. Speed of germination—Aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor 1. **Crop science**, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.

MARCHEZAN, Enio *et al.* Produção animal em várzea sistematizada cultivada com forrageiras de estação fria submetidas a diferentes níveis de adubação. **Ciência Rural**, v. 32, p. 303-308, 2002.

MICKELBART, Michael V.; HASEGAWA, Paul M.; BAILEY-SERRES, Julia. Genetic mechanisms of abiotic stress tolerance that translate to crop yield stability. **Nature Reviews Genetics**, v. 16, n. 4, p. 237-251, 2015.

MIELKE, Marcelo S. *et al.* Leaf gas exchange, chlorophyll fluorescence and growth responses of *Genipa americana* seedlings to soil flooding. **Environmental and experimental botany**, v. 50, n. 3, p. 221-231, 2003.

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

PAIS, Isabel Maria Pereira Ramos. **Resposta de genótipos de trigo a condições de alagamento. Impacto na ecofisiologia e produção**. 98f. Tese de Doutorado. Faculdade de Ciências e Tecnologia de Lisboa. Lisboa, 2019.

PARK, Hyung Hwa; KUK, Yong In: Differences in Seed Vigor Early Growth, and Secondary Compounds in Hulled and Dehulled Barley, Malting Barley, and Naked Oat Collected from Various Areas. **The Korean Journal of Crop Science**, v.66, p 171-181, 2021.

PEIXOTO, Clóvis Pereira; PEIXOTO, M. F. S. P. Dinâmica do crescimento vegetal: princípios básicos. **Tópicos em ciências agrárias**, p. 38, 2009.

PEZESHKI, S.R. Wetland plant responses to soil flooding. **Environmental and Experimental Botany**, Oxford: v.46, p.299-312, 2001.

PIRES, João Leonardo Fernandes; SOPRANO, Eliséo; CASSOL, Bibiana. Adaptações morfofisiológicas da soja em solo inundado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, p. 41-50, 2002.

PLOSCHUK, Rocío Antonella *et al.* Alagamento de safras de inverno em estágios iniciais e finais: impactos na fisiologia da folha, crescimento e produção. **Fronteiras na ciência das plantas**, v. 9, p.1863, 2018.

POVILAITIS, Virmantas *et al.* Relationship between spring barley productivity and growing management in Lithuania's lowland. *Acta Agriculturae Scandinavica*, **Section B—Soil & Plant Science**, v. 68, n. 1, p. 86-95, 2018.

RAMOS, Terezinha de Jesus Nery *et al.* Alterações morfológicas e crescimento de duas espécies gramíneas sob alagamento. *Revista de Ciências Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, v. 53, n. 1, p. 5-11, 2010.

RAMOS, Terezinha de Jesus Nery *et al.* Respostas fisiológicas e metabólicas de gramíneas ao alagamento. *Revista de Ciências Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, v. 54, n. 1, p. 78-84, 2011.

SCHMILDT, Edilson Romais *et al.* Avaliação de metodologias de adaptabilidade e estabilidade de cultivares milho. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v. 33, p. 51-58, 2011.

SEGALIN, Samantha Rigo. **Análise de crescimento e partição de assimilados em plantas de trigo submetidas a períodos de alagamento e qualidade fisiológica de sementes**. 52f. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pelotas 2015.

SETTER, T. L.; WATERS, I. Review of prospects for germplasm improvement for waterlogging tolerance in wheat, barley and oats. *Plant and soil*, v. 253, n. 1, p. 1-34, 2003.

STRECK, Carlos Arnaldo *et al.* Relações do parâmetro S para algumas propriedades físicas de solos do sul do Brasil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 32, p. 2603-2612, 2008.

SHIONO, Katsuhiko *et al.* Improved waterlogging tolerance of barley (*Hordeum vulgare*) by pretreatment with ethephon. *Plant Production Science*, v. 22, n. 2, p. 285-295, 2019.

SHIONO, Katsuhiko, *et al.* Role of ethylene in acclimations to promote oxygen transport in roots of plants in waterlogged soils. *Plant Science*, 175, 52–58 2008.

SOCOLOWSKI, Fábio; TAKAKI, Massanori. Germination of *Jacaranda mimosifolia* (D. Don-Bignoniaceae) seeds: effects of light, temperature and water stress. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v. 47, p. 785-792, 2004.

TAIZ, Lincoln; ZEIGER, Eduardo. **Fisiologia vegetal**. 3^o. ed. Porto Alegre: Editora Artmed, 843 p., 2006.

TANI, *et al.* Effects of a combination of controlled release fertilizer application to topsoil and mulching with fast acting fertilizer on the growth of common wheat under excess moisture conditions: a technique to mitigate excess moisture. *Japanese Journal of Crop Science*, n. 84, p. 256–263, 2015.

USDA, **World Agricultural Production**; fev. 2020. Disponível em: <https://downloads.usda.library.cornell.edu/usdaesmis/files/5q47rn72z/xd07h985g/j098zv39s/production.pdf>. Acesso em: 26 fev. 2021.

VISSER, E.J.W.; *et al.* Flooding and plant growth. **Annals of Botany**, v.91, n.2, p.107-109, 2003.

YORDANOVA, Rusina Yordanova; POPOVA, Losanka Petrova. Flooding-induced changes in photosynthesis and oxidative status in maize plants. **Acta Physiologiae Plantarum**, v. 29, n. 6, p. 535-541, 2007.

ZHANG, Xuechen *et al.* **Identification of aerenchyma formation-related QTL** in barley that can be effective in breeding for waterlogging tolerance. *Theoretical and Applied Genetics*, v. 129, n. 6, p. 1167-1177, 2016.