



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**CARACTERIZAÇÃO AGRONÔMICA, GENOTÍPICA E QUALIDADE
DE SEMENTES DE GENÓTIPOS DE CEVADAS IRRIGADAS NO
CERRADO**

WELINTON FERNANDES VIEIRA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM AGRONOMIA

BRASÍLIA/DF
JULHO/2023



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**CARACTERIZAÇÃO AGRONÔMICA, GENOTÍPICA E QUALIDADE
DE SEMENTES DE GENÓTIPOS DE CEVADAS IRRIGADAS NO
CERRADO**

WELINTON FERNANDES VIEIRA

ORIENTADOR: JOSÉ RICARDO PEIXOTO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM AGRONOMIA

PUBLICAÇÃO: _____

BRASÍLIA/DF

JULHO/2023



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**CARACTERIZAÇÃO AGRONÔMICA, GENOTÍPICA E QUALIDADE
DE SEMENTES DE GENÓTIPOS DE CEVADAS IRRIGADAS NO
CERRADO**

WELINTON FERNANDES VIEIRA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SUBMETIDA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA, COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS À OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM AGRONOMIA.

APROVADA POR:

JOSÉ RICARDO PEIXOTO, D.Sc., Universidade de Brasília (UnB), CPF: 354.356.236-34, e-mail: peixoto@unb.br (Orientador)

FILIPPE BITTENCOURT MACHADO DE SOUZA, D.Sc., Universidade de Brasília (UnB), CPF: 064.501.696-99, filipe.souza@unb.br (Examinador interno)

FLÁVIO CAPETTINI, D.Sc., Field Crop Development Centre, CPF: 918.929.020-87: , flavio.capettini@hotmail.com (Examinador externo)

BRASÍLIA/DF, 31 de JULHO de 2023.

FICHA CATALOGRÁFICA

Vieira, Welinton Fernandes

Caracterização agronômica, genotípica e qualidade de sementes de genótipos de cevadas irrigadas no Cerrado / Welinton Fernandes Vieira; orientação de José Ricardo Peixoto. – Brasília, 2023.

100 p.: il.

Dissertação de Mestrado (M) – Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2023.

1. *Hordeum vulgare* L. var. *nudum* Hook. f. 2. Caracterização Agronômica. 3. Cevada nua. 4. Qualidade de sementes. 5. Pós-colheita.

I. Peixoto, J. R., orient. II. Título.

CDD

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

VIEIRA, W. F. **Caracterização agronômica, genotípica e qualidade de sementes de genótipos de cevadas irrigadas no Cerrado.** Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2023, 100 p. Dissertação de Mestrado.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Welinton Fernandes Vieira

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Caracterização agronômica, genotípica e qualidade de sementes de genótipos de cevadas irrigadas no Cerrado.

GRAU: Mestre

ANO: 2023

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado para única e exclusivamente propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva para si os outros direitos autorais, de publicação. Nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor. Citações são estimuladas, desde que citada a fonte.

Nome: Welinton Fernandes Vieira

CPF: 014.751.021-00

Endereço. QS 301, Conjunto 2, Apt 1008, Bloco F, Samambaia/DF. CEP: 72.300-533

Tel.: (61)99204-0365

E-mail: welintonfv@hotmail.com

AGRADECIMENTOS

A Deus, por sempre me mostrar o caminho correto a seguir.

Aos meus pais, por me ensinarem os valores de uma vida simples, com amor e honestidade.

À minha esposa, Marília, por estar ao meu lado em todos os momentos, me dando apoio e sustentação nos momentos difíceis.

À minha filha, Maria Isis, e meu enteado, Pedro Kaick, a quem sempre busco proporcionar uma vida tranquila e com os mesmos valores com os quais fui criado.

Ao meu orientador, professor José Ricardo Peixoto, por assumir um papel tão importante nessa caminhada.

Ao meu coorientador, Renato Fernando Amabile, por insistir para me inscrever no programa, e me incentivar a nunca desistir.

Ao professor Marcelo Fagioli, pela orientação nas atividades de laboratório, e pelo apoio dispensado ao desenvolvimento de meu Mestrado.

À banca examinadora deste trabalho, por participarem dessa importante fase em meu desenvolvimento acadêmico e profissional.

Ao colega Amilton da Silva Pires, da Embrapa Cerrados, fundamental para a instalação e coleta de dados dos experimentos.

Aos companheiros de trabalho do Centro de Inovação em Genética Vegetal (Fazenda Sucupira) da Embrapa, por sempre me darem apoio, tanto no trabalho quanto na aprendizagem.

Aos futuros Engenheiros Agrônomos, estudantes de Agronomia, João Victor Pinheiro, João Victor Santos, Táris Batista, Isabela Marques, Augusto Lemes, Igor Alencar e Letícia, que me auxiliaram no desenvolvimento dos experimentos de campo e de laboratório, sem os quais não teria conseguido realizar as atividades.

À Embrapa Cerrados, por todo o suporte para a realização dos experimentos de campo.

À Universidade de Brasília, por me proporcionar a oportunidade de realização deste Mestrado, além da disponibilização do Laboratório de Sementes para realização das análises.

A todos que participaram de meu crescimento, acadêmico e pessoal.

SUMÁRIO

1. RESUMO	5
2. ABSTRACT	7
3. INTRODUÇÃO	9
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
4.1 Cerrado	11
4.2 Cevada	12
4.3 Cevada Nua	13
4.4 Utilização da Cevada	15
4.5 Caracterização Agronômica	15
4.6 Qualidade de sementes	17
5. OBJETIVO GERAL	18
6. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	19

CAPÍTULO I - CARACTERIZAÇÃO AGRONÔMICA E PARÂMETROS GENÉTICOS DE GENÓTIPOS DE CEVADA NUA (<i>Hordeum vulgare</i> L. var. <i>nudum</i> Hook. f.) SOB IRRIGAÇÃO NO CERRADO	29
1. RESUMO	30
2. ABSTRACT	32
3. INTRODUÇÃO	34
4. MATERIAL E MÉTODOS	35
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
6. CONCLUSÕES	49
7. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS	50

CAPÍTULO II - QUALIDADE DE SEMENTES DE GENÓTIPOS DE CEVADA (<i>Hordeum vulgare</i> L.) SOB DIFERENTES FORMAS DE COLHEITA E DE ARMAZENAMENTO	57
1. RESUMO	58
2. ABSTRACT	60
3. INTRODUÇÃO	61
4. MATERIAL E MÉTODOS	62
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	72
6. CONCLUSÕES	97
7. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS	98

1. RESUMO

A cevada (*Hordeum vulgare* L.) é utilizada como fonte para a alimentação humana e animal, bem como na fabricação de bebidas e na composição de medicamentos. No Brasil, o cultivo da cevada é concentrado nos estados da Região Sul, sendo utilizada em sua quase totalidade para a malteação na produção de cervejas, utilizando-se, preferencialmente, as cevadas tradicionais, com a pálea e a lema aderidas ao grão, para tal atividade. Por outro lado, a cevada nua tem sido menos utilizada para a produção de malte por apresentar maior teor de β -glucanas que as cevadas tradicionais, apesar de ter maior potencial de extrato. Porém, o interesse pela cevada nua vem aumentando para utilização na alimentação, por seu alto teor de β -glucanas, e por apresentar bons níveis de proteína, lipídeos, vitaminas e minerais, auxiliando em várias funções metabólicas no organismo. Algumas pesquisas veem sendo desenvolvidas pela Embrapa Cerrados para a seleção e o desenvolvimento de genótipos de cevada nua adaptados às condições do Cerrado Brasileiro, como forma de introduzir a cultura no portfólio de grãos produzidos na região. Assim, objetivou-se com este trabalho, avaliar os parâmetros genéticos, a caracterização agrônômica e a qualidade pós-colheita de sementes de cevada. No primeiro capítulo objetivou-se a obtenção de parâmetros genéticos através da avaliação de caracteres agrônômicos de seis genótipos de cevada nua, selecionados pelo programa de melhoramento genético de cevada da Embrapa. O delineamento experimental utilizado foi o de Blocos ao Acaso, com parcelas de quatro linhas de três metros, espaçadas em 25cm, em quatro repetições. Avaliaram-se as seguintes características: grau de acamamento da parcela (%), ciclo dos genótipos até o espigamento (dias), altura das plantas (cm), rendimento de grãos (kg ha^{-1}) e peso de mil sementes (g). Os parâmetros genéticos obtidos foram: estimativas das variâncias fenotípica ao nível de média ($\hat{\sigma}_f^2$), genotípica entre os acessos ($\hat{\sigma}_g^2$) e da ambiental média ($\hat{\sigma}_e^2$), herdabilidade no sentido amplo (h^2), os coeficientes de variação experimental (CV_e), genético (CV_g) e relativo (CV_r) e a acurácia seletiva (\hat{r}_{gg}). O experimento foi conduzido no Centro de Inovação em Genética Vegetal da Embrapa Cerrados, localizado no Riacho Fundo II-DF, a 15°54'53'' de latitude Sul e 48°02'14'' de longitude Oeste, em uma altitude de 1.250m, em sistema irrigado via pivô central em Latossolo Vermelho Distrófico, com clima caracterizado como Aw (tropical úmido de savana, com inverno seco e verão chuvoso), entre os meses de maio e setembro, nos anos de 2020 e 2021. Neste sentido, observou-se que os genótipos mais precoces apresentaram maiores valores de rendimento de grãos, bem como maior altura de plantas, e que o genótipo 295400 apresentou características promissoras, como um alto rendimento de grãos, alto valor

de PMS, baixa porcentagem de acamamento e ciclo considerado médio. O genótipo 299555 destacou-se negativamente por se apresentar mais tardio que os demais. Já no segundo capítulo objetivou-se a avaliação da qualidade pós-colheita de sementes de uma linhagem de cevada nua, do programa de melhoramento da Embrapa, e de cinco cultivares de cevadas tradicionais, já lançadas pela Embrapa para cultivo no Cerrado, colhidas de duas formas, manualmente e mecanicamente, e mantidas sob duas formas de armazenamento, em câmara fria e em armazém não climatizado. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições, sendo realizadas as avaliações de: teste padrão de germinação (%), germinação após envelhecimento acelerado (%), condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$), teor de água das sementes (%), e emergência em campo (%). Observou-se que a linhagem CPAC Musa, de cevada nua, apresentou menores taxas de germinação e de emergência quando colhida mecanicamente, mostrando que foi mais influenciada pela forma de colheita, além de obter menores valores de condutividade elétrica, possivelmente pela ausência da casca. Além disso, o armazenamento em câmara fria mostrou-se mais eficiente na manutenção da qualidade das sementes de cevada, apesar das pequenas diferenças entre os resultados dos dois métodos avaliados.

Palavras-chave: Armazenamento, colheita, melhoramento.

2. ABSTRACT

Barley (*Hordeum vulgare* L.) is used as a source for human and animal food, as well as in the manufacture of beverages and in the composition of medicines. In Brazil, the cultivation of barley is concentrated in the states of the South Region, being used almost entirely for malting in the production of beers, preferably using the traditional barleys, with the pálea and lema attached to the grain, for such activity. On the other hand, hulless barley has been less used for malting because it has a higher β -glucan content than traditional barleys, despite having greater extract potential. However, interest in hulless barley has been increasing for use in food, due to its high content of β -glucans, and because it has good levels of protein, lipids, vitamins and minerals, assisting in various metabolic functions in the body. Some research has been developed by Embrapa Cerrados for the selection and development of hulless barley genotypes adapted to the conditions of the Brazilian Cerrado, as a way to introduce the crop in the portfolio of grains produced in the region. Thus, the objective of this work was to evaluate the genetic parameters, agronomic characterization and post-harvest quality of barley seeds. In the first chapter, the objective was to obtain genetic parameters through the evaluation of agronomic characters of six genotypes of hulless barley, selected by the barley genetic improvement program of Embrapa. The experimental design used was Randomized Block Design, with plots of four three-meter lines, spaced at 25 cm, in four replications. The following characteristics were evaluated: degree of lodging of the plot (%), cycle of genotypes until spikelet (days), plant height (cm), grain yield (kg ha⁻¹) and thousand seed weight (g). The genetic parameters obtained were: estimates of phenotypic variances at the mean level ($\hat{\sigma}_f^2$), genotypic variances among accessions ($\hat{\sigma}_g^2$) and mean environmental variances ($\hat{\sigma}_e^2$), broad sense heritability (h^2), experimental (CV_e), genetic (CV_g) and relative (CV_r) coefficients of variation and selective accuracy (\hat{r}_{gg}). The experiment was conducted at the Innovation Center for Plant Genetics of Embrapa Cerrados, located in Riacho Fundo II-DF, at 15°54'53" South latitude and 48°02'14" West longitude, at an altitude of 1,250m, in an irrigated system via center pivot in Latossolo Vermelho Distrófico, with a climate characterized as Aw (tropical humid savanna, with dry winter and hot summer), between the months of May and September, in the years 2020 and 2021. In this sense, it was observed that the earliest genotypes presented higher grain yield values, as well as higher plant height, and that genotype 295400 presented promising characteristics, such as a high grain yield, high PMS value, low lodging percentage and cycle considered medium. Genotype 299555 stood out negatively for being later than the others. In the second chapter, the objective was to

evaluate the post-harvest quality of seeds of a hulless barley lineage, from the Embrapa breeding program, and of five traditional barley cultivars, already launched by Embrapa for cultivation in the Cerrado, harvested in two ways, manually and mechanically, and kept under two forms of storage, in a cold room and in a non-acclimatized warehouse. The experimental design used was Completely Randomized, with four replications, and the following evaluations were performed: standard germination test (%), germination after accelerated aging (%), electrical conductivity ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$), seed water content (%), and field emergence (%). It was observed that the hulless barley strain CPAC Musa presented lower germination and emergence rates when mechanically harvested, showing that it was more influenced by the harvesting method, besides obtaining lower electrical conductivity values, possibly due to the absence of the husk. In addition, cold storage proved to be more efficient in maintaining the quality of barley seeds, despite the small differences between the results of the two methods evaluated.

Key-words: Storage, harvesting, breeding.

3. INTRODUÇÃO

Em 2021 o Brasil se encontrava como o quarto maior produtor de grãos do mundo (arroz, cevada, soja, milho e trigo), atrás de China, Estados Unidos e Índia, sendo responsável por 7,4% da produção mundial, com cerca de 243,3 milhões de toneladas. Além disso, o país foi o segundo maior exportador de grãos do mundo, com 17,9% do mercado, exportando aproximadamente 107,9 milhões de toneladas, com um retorno de cerca de \$ 43 bilhões (FAOSTAT, 2023). O Brasil foi o maior produtor e exportador de soja no mundo, com uma produção de 134,9 milhões de toneladas e 86 milhões de toneladas exportadas, respondendo por cerca de 53% do comércio mundial, com retorno de aproximadamente \$ 38,6 bilhões. Enquanto isso, ocupa a terceira posição mundial na produção de milho, abaixo apenas de Estados Unidos e China, a segunda posição na produção de feijão, o décimo lugar na produção mundial de arroz, basicamente para o mercado interno, e a vigésima posição na produção de trigo (FAOSTAT, 2023).

A cevada (*Hordeum vulgare* L.) é originária do Oriente Médio, tendo sido encontradas evidências arqueológicas nesta região com idade de aproximadamente 10.000 anos (BAIK & ULLRICH, 2008). A cevada hexástica (com seis fileiras de grãos) e a cevada nua (com pálea e lema não aderidas aos grãos) surgiram a cerca de 8.500 anos, conforme sugerido por Zohary *et al.* (2012) e Manjunatha *et al.* (2011), apesar de sua origem ainda ser incerta. Acredita-se que a morfologia do grão de cevada seja controlada por um único locus Nud, dominante (TAKETA *et al.*, 2008), e por isso, a maior diversidade de materiais conhecidos de cevada coberta em relação à cevada nua.

A cevada ocupa a quinta posição em termos de produção de grãos no mundo, atrás de arroz, milho, trigo e soja, sendo responsável por aproximadamente 145 milhões de toneladas, em cerca de 48,9 milhões de hectares (FAOSTAT, 2023), sendo destinada, principalmente à alimentação animal, à malteação na produção de cervejas e destilados e ao consumo humano (FAO, 2020). Os maiores produtores em 2021 foram Rússia, Austrália, França, Alemanha, Ucrânia e Espanha, sendo que o Brasil ocupou apenas a 38ª posição, produzindo cerca de 452 mil toneladas (FAOSTAT, 2023).

O Brasil ocupa apenas a 38ª posição mundial em termos de produção de cevada, produzindo cerca de 450 mil toneladas em uma área de aproximadamente 115.133 hectares cultivados (FAOSTAT, 2023). Essa produção resume-se à região Sul do país e ao Estado de São Paulo, destacando-se o Estado do Paraná como o maior produtor nacional com cerca de 60% da produção. A cevada produzida no Brasil é destinada atualmente, quase que em sua

totalidade, à fabricação de malte pela indústria cervejeira, mas o país ainda necessita importar grande parte do material utilizado, aproximadamente 62% de toda a demanda nacional (NOGUEIRA, 2020).

Em 2021 o Brasil importou aproximadamente 485 mil toneladas, a um valor aproximado de \$ 156 milhões (FAOSTAT, 2023). Sendo assim, apesar de existir um crescimento, ano após ano, da demanda por cevada, o país ainda produz menos da metade do volume demandado pelo mercado interno. Contudo, pesquisas têm demonstrado que o Cerrado apresenta grande potencial de produção deste grão, resultando rendimentos de mais de 5,0 toneladas por hectare, além de apresentar uma excelente qualidade de grãos (AMABILE *et al.*, 2007).

A cevada tradicional, com a casca aderida ao grão, é a mais explorada pelos pesquisadores no Brasil, por ser mais comum na América. Entretanto, a cevada nua, mais comum na Ásia e Oriente Médio, vem sendo objeto de interesse da pesquisa, por suas propriedades físico-químicas potencialmente benéficas à saúde, que conferem a este tipo de cevada um grande potencial para utilização tanto para malteação quanto para a alimentação, humana e animal (NEWMAN & NEWMAN, 2005).

Marconi *et al.* (2000) relatam que o principal motivador para o aumento do interesse pela cevada nua é o alto teor de proteína, fibra dietética solúvel e β -glucanas. Estas apresentam algumas funções reguladoras dentro do organismo, tais como a diminuição da glicose no sangue e do nível de colesterol, auxiliando também no controle de diabetes tipo 2 e doenças cardíacas (BAIK & ULLRICH, 2008).

A cevada é uma importante fonte de energia na alimentação humana em algumas regiões do mundo, como Etiópia, Inglaterra, Índia, Rússia e Marrocos (BAIK & ULLRICH, 2008). Ela oferece várias vantagens, como um baixo consumo de água, quando relacionada a outras culturas irrigadas, além de se caracterizar por uma baixa incidência de doenças (SILVA *et al.*, 2000), o que gera uma menor utilização de defensivos e de energia elétrica, reduzindo os custos de produção e aumentando a rentabilidade ao produtor.

A Embrapa Cerrados, no intuito de desenvolver cultivares adaptadas ao Bioma Cerrado, vem realizando estudos com cevada há vários anos, para o desenvolvimento de materiais adaptados aos sistemas de produção da região. Estes trabalhos resultaram no lançamento de algumas cultivares como a BRS 180 (SILVA *et al.*, 2000), a BRS 195 (SANTI *et al.*, 2008), a BRS Deméter (AMABILE *et al.*, 2008), a BRS Sampa (MINELLA *et al.*, 2009), a BRS Manduri (MINELLA *et al.*, 2011) e a BRS Savanna (AMABILE *et al.*, 2013). Porém, estas cultivares são tradicionais, apresentando a pálea e a lema aderidas ao grão.

Sayd *et al.* (2015) trabalharam com a caracterização da variabilidade genética, molecular e agrônômica de 18 acessos de cevada nua da Embrapa, com o intuito de selecionar genitores potencialmente adaptados ao sistema irrigado de produção no Cerrado e serem utilizados em cruzamentos do programa de melhoramento genético da Embrapa Cerrados. Foram identificados genótipos com características agrônômicas de interesse ao programa de melhoramento e que se distinguiram geneticamente pelo método RAPD, ferramenta utilizada para identificar e quantificar a variabilidade genética de acessos de várias espécies vegetais, por ser um método altamente eficiente (FALEIRO, 2007). É um método que possui uma alta capacidade de acessar as informações do genoma, por ser fácil de executar, com rapidez e eficiência e obtendo resultados confiáveis (KARIM *et al.*, 2009).

O programa de melhoramento genético de cevada da Embrapa identificou genótipos de cevada nua com potencial para a utilização em blocos de cruzamentos, sendo avaliados há alguns anos como forma de obter-se a caracterização de cada um deles. Porém, ainda existe a necessidade de estudos complementares desses genótipos, principalmente com relação à comparação dos mesmos aos genótipos de cevadas tradicionais, com o objetivo de mensurar as diferenças e as similaridades entre esses diferentes tipos de cevada.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 CERRADO

O Cerrado é um dos principais biomas do Brasil, sendo o segundo maior em área, com aproximadamente 204 milhões de hectares, atrás apenas da Amazônia, e está presente em onze Estados e quatro regiões do país, cobrindo uma grande área da região central do país (SANO *et al.*, 2007). Existem ainda áreas com vegetação do Cerrado dentro de outros domínios de vegetação, decorrentes da dinâmica histórica entre os ecossistemas (MEDEIROS, 2011).

Os principais solos nas áreas agricultáveis da região pertencem à classe do Latossolo, caracterizando-se por serem profundos, de cor avermelhada ou vermelha amarelada, além de serem porosos, altamente permeáveis à água, muito intemperizados, com baixa reserva nutricional para as plantas e, devido a isso, sofrer com a lixiviação. Além disso, apresentam média a baixa capacidade de troca catiônica, com pH entre 4,0 e 5,5 e disponibilidade extremamente baixa de fósforo (LOBATO & SOUSA, 2004).

Segundo a classificação de Köppen, o tipo de clima predominante neste bioma se caracteriza como Aw (tropical úmido de savana, com verão chuvoso e inverno seco). Porém, podem ocorrer outros tipos climáticos como o Cwa (tropical de altitude, com verão quente e inverno seco) e o Cwb (tropical de altitude, com verão brando e inverno seco) (BRASIL & ALVARENGA, 1989). Esse clima Aw possui dois períodos bem definidos. Um se caracteriza por grandes volumes de chuvas, com média de 1.200 mm a 1.800 mm, e temperaturas variando de 24 °C a 33 °C entre os meses de outubro e abril, e o outro apresenta um clima seco, entre os meses de maio e setembro (ADÁMOLI *et al.*, 1987), com temperaturas médias que podem variar entre 18 °C e 24 °C nos meses de inverno, de maio a julho.

Devido às características da época seca no Cerrado, a única forma de se produzir na região neste período do ano é com a utilização de sistemas de irrigação, e o mais utilizado vem sendo o de pivô central, por se tratar de um sistema mecanizado e completamente automatizado (SPAGNOLO & COUTO JUNIOR, 2013), que vem sendo empregado para irrigação em diversas culturas, como cereais, fruticultura, pastagens e café (FOLEGATTI *et al.*, 1998).

4.2 CEVADA

É uma planta gramínea que pertence à família das *Poaceae*, sendo sua espécie (*Hordeum vulgare* L.) constituída de duas subespécies: *Hordeum vulgare* L. e *Hordeum vulgare* L. ssp. *spontaneum* (C. Koch) Thell, sendo esta reconhecidamente tida como a ancestral de todas as cevadas cultivadas (MINELLA, 2001).

Existem relatos de que a cevada (*Hordeum vulgare* L.) teve suas origens na região conhecida como Crescente Fértil, atualmente o Oriente Médio (DIAMOND, 2013), e deu-se por volta de 7.000 anos a.C. (MAZOYER & ROUDART, 2010; BALDANZI, 1988). Segundo Smith (1995), por volta de 6.000 anos a.C. surgiram relatos de cevada com seis fileiras de grãos (hexástica) e de cevada nua, na qual a pálea e a lema não são aderidas ao grão. Contudo, Harlan (1979) relatou evidências de que a cevada nua teria aparecido e sido domesticada em um centro secundário, na região do Tibet.

De acordo com Reid & Wiebe (1968), a descrição original do gênero *Hordeum* foi feita por Linné & Salvius (1754), a qual foi modificada algumas vezes por outros taxonomistas, sendo que a descrição seguida atualmente é a de Åberg & Wiebe (1946). Esta descrição diz que o gênero *Hordeum* se caracteriza por apresentar: espiga indeterminada, densa, às vezes achatada, com gavinhas frágeis, menos frequentemente duras; rachis duro ou quebradiço,

espiguetas triplas, com uma única flor, apresentando às vezes rudimentos de uma segunda flor; floretes centrais férteis, sésseis ou quase; floretes laterais reduzidos, férteis, masculinos ou sem sexo, sésseis ou sobre ráquis curtas; glumas lanceoladas ou em forma de toldo; o lema das flores férteis é alado, sem ala ou com capuz, com dorso voltado para a ráquis; ráquis ligada ao caroço; miolo oblongo com prega ventral, cariopse geralmente aderente ao lema e à pálea; plantas anuais ou perenes.

Ainda segundo Reid & Wiebe (1968), a planta de cevada cultivada foi descrita em detalhes por Åberg & Wiebe (1946) e Wiebe & Reid (1961), mostrando que essa planta é constituída da seguinte forma: as raízes, seminais e permanentes; o caule, ou colmo, cilíndrico, com entrenós ocos e de 5 a 7 nós sólidos; as folhas, que se apresentam de forma alternada em lados opostos do caule e que surgem em cada nó; a espiga, na parte superior do caule, constituída pelas flores dispostas em espiguetas, três das quais se encontram ligadas em cada nó de uma ráquis plana em zigue-zague; a espiguetas, que se constitui de duas glumas e o florete; o florete, constituído pelo lema e pela pálea, que envolvem as partes masculinas e femininas da flor; e a amêndoa, constituída pela cariopse nas cevadas nuas, mas incluindo o lema, a pálea e a ráquis, que aderem à cariopse, nas cevadas com casca.

Segundo Amabile & Faleiro (2015), a espécie *Hordeum vulgare* L. foi originada de uma planta ancestral da cevada selvagem dística, característica esta utilizada como forma de diferenciação entre genótipos de cevada, pois existem genótipos que apresentam fileiras com dois grãos (dística) ou fileiras com seis grãos (hexástica), sendo esta uma forma que resultou de mutações nas espiguetas laterais da cevada dística (BOTHMER & JACOBSEN, 1985). Estudos realizados por Frégeau-Reid *et al.* (2001) sugerem que as cevadas dísticas possuem um maior teor de proteína e β -glucanas e menor teor de amido que cevadas hexásticas.

As características da cevada conferem a esta espécie grande poder de rusticidade, o que permite seu cultivo em regiões frias como nos limites do Círculo Polar Ártico, bem como nas regiões altas do Tibet, a cerca de 4.600 m de altitude, além de poder ser cultivada em climas mais áridos como no deserto do Saara ou em áreas de planície como na Índia (TONON, 1992).

4.3 CEVADA NUA

A cevada nua (*H. vulgare* L. var. *nudum* Hook. F.) se difere da cevada com casca pelo fato de a lema e a pálea serem soltas da cariopse do grão, sendo facilmente separável pela debulha (BHATTY, 1999). De acordo com Kikuchi *et al.* (2003), esse caráter de grão

“hulless” é controlado pelo gene "nud", que é o único gene recessivo localizado no braço longo do cromossomo 7H.

A cevada nua tem ampla distribuição pelo mundo. Porém, por conta da baixa ocorrência no Ocidente, Vavilov (1926) descreveu o sudeste da Ásia como um possível centro de origem desta cultura. Porém, sabe-se que foi cultivada também na região de Anatólia (Turquia) e no Norte da Europa há muitos anos (HELBAEK, 1969).

Para Carpentieri-Pipolo *et al.* (2021), o declínio da popularidade da cevada nua aconteceu depois da popularização do trigo, que teve preferência para a fabricação de pão, por ter características que produziam pães mais atrativos. Assim, o cultivo da cevada ficou restrito à alimentação animal e produção de malte, porque a presença das brácteas (glumas, lema e pálea) que protegem o embrião e promovem a manutenção do poder germinativo do grão, garantem uma maior porcentagem de germinação. Desta forma, o cultivo da cevada de grãos cobertos se sobressaiu ao cultivo da cevada nua.

Segundo Minella (1999), para atender à indústria cervejeira, as cultivares de cevada devem apresentar algumas especificidades quanto à qualidade dos grãos como: grãos com cariopse coberta, alta porcentagem de germinação (acima de 95%), tamanho dos grãos acima de 2,5mm com proporção superior a 90%, teor de proteína entre 10,5 e 12,5%, atividade enzimática alta, rendimento de extrato acima de 80,5%, bem como um baixo teor de β -glucanas. Para a atividade de produção de cerveja, segundo Brouwer *et al.* (2016), quando ocorrem altas concentrações de β -glucanas ($>100 \text{ mg L}^{-1}$) há um aumento da viscosidade do mosto, reduzindo o rendimento do produto. Este aumento de viscosidade pode acarretar uma obstrução dos filtros na indústria, resultando em possível turvação da cerveja, o que a torna menos atrativa. Sendo assim, genótipos de cevada nua se tornaram menos atrativos para a indústria cervejeira, por apresentar altos teores de β -glucanas.

Desta forma, há alguns anos a utilização da cevada nua vem aumentando em importância como alimento humano em áreas pouco tradicionais devido ao alto teor de β -glucanas, as quais atuam como inibidoras de colesterol total e de LDL, bem como na síntese de triglicéridos (SHIMIZU *et al.*, 2008). As β -glucanas também tendem a normalizar o nível de açúcar no sangue, além de curar e rejuvenescer a pele (PINS & KAUR, 2006). Aliado a isso, seu teor de proteína bruta é 1,5% a 3% maior que o da cevada com casca (LASZTITY, 1996). Existe uma demanda crescente, mundialmente falando, por materiais de cevada nua, para produção de malte e fabricação de cerveja, por seu sabor diferenciado, por possuir características benéficas à saúde, e por seu alto teor de proteína (MARCONI *et al.*, 2000).

4.4 UTILIZAÇÃO DA CEVADA

De Mori & Minella (2012) relatam que a cevada pode ser utilizada na alimentação humana, na forma de malte utilizado nas fábricas de bebida, de alimentos e medicamentos, de flocos ou farinhas destinadas à composição de produtos para alimentação infantil, de panificação (pães, doces e confeitos) e de formulação para alimentos dietéticos. Além disso, é utilizada na alimentação animal, como forragem verde, silagem, feno, grãos e na fabricação de rações, sendo esta a maior utilização da cevada no mundo. Porém, no Brasil, a principal utilização da cevada tem sido para malteação, que corresponde a cerca de 86% da cevada utilizada no país (MINELLA *et al.*, 2007).

A cevada é uma grande fonte de fibra para a alimentação, porém, tradicionalmente, não vem sendo muito utilizada na produção de produtos panificados devido à baixa qualidade do glúten nos grãos, resultando em um poder de panificação pobre e com baixa qualidade sensorial (BHATTY, 1999). Contudo, vários estudos veem demonstrando que o consumo de cevada pode auxiliar na redução dos níveis de colesterol sérico e da glicose no sangue (BOURDON *et al.*, 1999; CAVALLERO *et al.*, 2002; BEHALL *et al.*, 2004; NEWMAN & NEWMAN, 2005) e que os compostos responsáveis por esses benefícios à saúde humana são as β -glucanas que se encontram presentes nas fibras solúveis da cevada (REY *et al.*, 2009).

Após tantos séculos de utilização da cevada para alimentação animal e humana, devido à sua grande adaptação a diversos ambientes e à alta qualidade do malte produzido para a fabricação de cervejas e destilados, ainda é um grão muito importante para a agricultura mundial (LOPEZ BELLIDO, 1991).

4.5 CARACTERIZAÇÃO AGRONÔMICA

Segundo Sayd *et al.* (2022), compreender os recursos genéticos existentes, é essencial para garantir ganhos contínuos na seleção de genótipos superiores aos existentes, permitindo o desenvolvimento de cultivares estáveis e produtivas com alta qualidade industrial através dos programas de melhoramento genético. O estudo da variabilidade genética é a base para o desenvolvimento dos programas de melhoramento, e pode ser realizado utilizando-se métodos qualitativos, quantitativos e até mesmo moleculares.

Sayd *et al.* (2022), comparando 29 genótipos de cevada, avaliando a produtividade (kg/ha), a produção de parcelas (gramas), o tamanho dos grãos (mm), a altura de plantas (cm), o grau de umidade dos grãos (%) e o ciclo dos genótipos (dias), mostraram a existência de alta

variabilidade entre os genótipos, e que, do ponto de vista do melhoramento genético, os genótipos considerados mais promissores agronomicamente e mais distantes geneticamente podem ser utilizados em blocos de cruzamentos, de forma que possa haver complementaridade genética para que os mesmos sejam selecionados em populações segregantes.

Sayd *et al.* (2018), avaliando caracteres agronômicos de 18 genótipos de cevada nua do Banco de Germoplasma da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, mostram que a herdabilidade está diretamente relacionada à variação genotípica e à precisão experimental, determinando como o valor fenotípico representa o valor genotípico de cada característica avaliada. Os autores encontraram valores altos para herdabilidade em sentido amplo para todas as características estudadas, exceto para o teor de proteína, possivelmente pela interação entre genótipo e ambiente.

A avaliação de caracteres agronômicos é muito utilizada para avaliação de genótipos de diversas culturas de importância comercial, como forma de otimizar o processo de seleção dos programas de melhoramento genético, como a soja (BORDIN *et al.*, 2022), o milho (OLIVEIRA JR *et al.*, 2006; CARVALHO *et al.*, 2011), o trigo (VIGANÓ *et al.*, 2011), o sorgo (PARRELLA *et al.*, 2011), o tomate (PRECZENHAK *et al.*, 2014), o arroz (MENEZES *et al.*, 2011), a uva (LEÃO *et al.*, 2012), o mamão (DANTAS *et al.*, 2015), a cana-de-açúcar (MORAES *et al.*, 2016). Isso mostra que este tipo de avaliação é muito eficiente para o melhoramento genético, sendo bastante utilizada em conjunto com outros métodos, como mecanismo de apoio à seleção de genótipos com características importantes para os programas de melhoramento.

Resende (2002) aponta que, para uma característica quantitativa, é importante se estabelecer a magnitude da estimativa de herdabilidade e das associações genéticas entre as características agronômicas, para obter-se uma adequada avaliação da base genética ou do controle genético ao qual uma determinada população foi submetida, através do conhecimento dos mecanismos genéticos responsáveis pela transmissão de sua herança às populações descendentes. Além disso, o estudo da correlação entre os caracteres também deve ser empregado em um trabalho de melhoramento genético, através da estimativa da covariância (RAMALHO *et al.*, 2000), sendo de igual importância a avaliação da variabilidade das características biológicas, medidas através da variância (BREWBAKER, 1964).

4.6 QUALIDADE DE SEMENTES

Segundo Silva *et al.* (2014), a semente é um óvulo maduro e fecundado, que possui em seu interior uma planta embrionária e algumas substâncias de reserva, protegidas pelo tegumento, também chamado de casca, e por um ou dois envoltórios. A semente, então, é a precursora da futura geração na vida de uma planta, e se constitui de três partes: o embrião, o endosperma e o tegumento, o qual protege a plântula, sendo que este, no caso das gramíneas como a cevada, se encontra aderido ao pericarpo do fruto.

Em culturas com grande expressão econômica, as sementes são utilizadas para a implantação da lavoura, e os grãos produzidos são utilizados para comercialização e para o consumo. Assim, as denominações “grãos” e “sementes” são usados para identificar a forma de utilização do produto, sendo que não há distinção botânica entre elas (SILVA *et al.*, 2014). As sementes possuíam papel fundamental no estabelecimento e na sustentação das civilizações antigas, pois, além de servir como a base da alimentação humana e animal, elas constituem-se no insumo agrícola mais importante, pois elas trazem as características genéticas de seus genitores, e são decisivas para o sucesso do estabelecimento do estande desejado (SILVA *et al.*, 2014).

De acordo com Ferreira e Sá (2010), a qualidade das sementes pode ser afetada por diversas operações nas fases de colheita e pós-colheita, além dos aspectos genéticos e de cultivo. As sementes atingem sua qualidade máxima quando chegam à maturidade fisiológica. A partir desse ponto, estão sujeitas a uma série de mudanças degenerativas de origem fisiológica, bioquímica e física. Essas mudanças caracterizam o processo de deterioração, que está associado à redução de vigor e à perda da capacidade germinativa das sementes. Este processo de deterioração é progressivo, sabendo-se que existe uma série de eventos, após a maturidade fisiológica das sementes, antes da perda completa da sua viabilidade (FIGUEIREDO NETO *et al.*, 2014).

A colheita é a primeira operação a ser executada após as sementes atingirem a maturação fisiológica. Esta operação deve ser bem executada, com o intuito de reduzir as perdas por danos mecânicos e por contaminação com outras espécies, para que as sementes mantenham as características do genótipo trabalhado e para que possam multiplicar a genética deste. Segundo Marcondes *et al.* (2010), uma operação de colheita de baixa qualidade pode acarretar perdas qualitativas e quantitativas significativas economicamente.

O armazenamento inicia quando as sementes atingem a maturidade fisiológica, antes de serem colhidas, e finaliza quando as sementes estão prontas para serem semeadas, e seu

principal objetivo é manter a qualidade das sementes, reduzindo ao máximo sua deterioração (SOUSA *et al.*, 2014), tendo visto que a qualidade das sementes é obtida no campo e não poderá ser melhorada nem em condições ideais de armazenamento (BAUDET, 2003). Porém, o armazenamento sozinho não garante a qualidade das sementes. Para poder atingir seu objetivo, ele depende de uma boa execução de todas as operações anteriores, com o intuito de manter a qualidade das sementes produzidas e a propagação das características genéticas da cultura para as gerações seguintes.

5. OBJETIVO GERAL

Objetivou-se com este trabalho avaliar parâmetros genéticos, caracterização agronômica e qualidade pós-colheita de sementes de genótipos de cevada sob irrigação no Cerrado.

6. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Caracterizar o desempenho agronômico e estimar parâmetros genéticos de genótipos de cevada nua irrigada no Cerrado (Capítulo 1);

Avaliar o sistema de colheita e o armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de cevada irrigada no Cerrado (Capítulo 2).

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÅBERG, E.; WIEBE, G. A. Classification of barley varieties grown in the United States and Canada, **United States Department of Agriculture**, Technical Bulletin n. 907, 190p., 1946.

ADÁMOLI, J.; MACEDO, J.; AZEVEDO, L. G.; NETTO, J. M. Caracterização da região dos Cerrados. *In*: GOEDERT, W. J. (Ed.). **Solos dos Cerrados: tecnologias e estratégias de manejo**. Embrapa Cerrados, Nobel, p. 33-89, 1987.

AMABILE, R. F.; FALEIRO, F. G. **A cevada irrigada no Cerrado: estado da arte, recursos genéticos e melhoramento**. Embrapa. 2 ed. e-book, 164p., 2015.

AMABILE, R. F.; CAPETTINI, F.; FALEIRO, F. G. BRS Savanna: New six-rowed malting barley cultivar for irrigated crops in the Brazilian Savanna. **Crop Breeding and applied Biotechnology**, v. 13, n. 2, p. 160-163, 2013.

AMABILE, R. F.; MINELLA, E.; GUERRA, A. F.; SILVA, D. B. da; ALBRECHT, J. C.; ANTONIAZZI, N. BRS Deméter: nova cultivar de cevada cervejeira irrigada para o Cerrado do Brasil Central. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 9, p. 1247-1249, 2008.

AMABILE, R. F.; MINELLA, E.; OLIVEIRA, M. de O.; FRONZA, V. Cevada (*Hordeum vulgare* L.). *In*: PAULA JÚNIOR, T. J. de; VENZON, M. (Ed.). **101 culturas: manual de tecnologias agrícolas**. 1. ed., EPAMIG, p. 263-268, 2007.

BAIK, B.-K.; ULLRICH, S. E. Barley for food: Characteristics, improvement, and renewed interest. **Journal of Cereal Science**, v. 48, n. 2, p. 233-242, 2008.

BALDANZI, G. Cevada. *In*: BALDANZI, G.; BAIER, A. C.; FLOSS, E. L.; MANARA, W.; MANARA, N. T. F.; VEIGA, P.; TARRAGÓ, M. F. S. **As lavouras de inverno – 2: cevada, tremosso, linho, lentilha**. Globo, v. 2, 184p., 1988.

BAUDET, L. Armazenamento de sementes. *In*: PESKE, S. T.; ROSENTHAL, M. D.; ROTA, G. R. M. **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. UFPel, Editora e gráfica universitária, 414p., 2003.

BEHALL, K. M.; SCHOLFIELD, D. J.; HALLFRISCH, J. Diets containing barley significantly reduce lipids in mildly hypercholesterolemic men and women. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 80, n. 5, p. 1185-1193, 2004.

BHATTY, R. S. The potential of hulless barley. **Cereal Chemistry**, v. 76, n. 5, p. 589-599, 1999.

BORDIN, P. A. N.; DOS ANJOS, R. S. R.; CRISTELI, D. S.; GARCIA, T. P.; MOIRINHO, A. K. R.; SOUZA, J. S.; ÂNGELO, L. C.; CORDEIRO, G. S.; MANDRÁ JÚNIOR, M.; UNÊDA-TREVISOLI, S. H. Caracterização e fenotipagem agronômica em progênies de soja avaliadas em ensaio preliminar de desempenho. *In: Open Science Research VII*, Científica Digital, ISBN 978-65-5360-239-7, v. 7, p. 61-71, 2022.

BOTHMER, R. von.; JACOBSEN, N. Origin, taxonomy and related species. *In: RASMUSSEN, D. (Ed.) Barley*. Soil science Society of America, n. 26, p. 19-56, 1985.

BOURDON, I.; YOKOYAMA, W.; DAVIS, P.; HUDSON, C.; BACKUS, R.; RICHTER, D. Postprandial lipid, glucose, insulin and cholecystokinin responses in men fed barley pasta enriched with beta-glucan. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 69, n. 1, p. 55-63, 1999.

BRASIL, A. E.; ALVARENGA, S. M. Relevô. *In: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Geografia do Brasil: região Centro-Oeste*. v. 1, p. 53-72, 1989.

BREWBAKER, J. L. **Agricultural genetics**. Prentice-Hall, 156p., 1964.

BROUWER, B. O.; SCHWARZ, P.; BARR, J. M.; HAYES, P. M.; MURPHY, K. M.; JONES, S. S. Evaluating Barley for the emerging craft malting industry in western Washington. **Agronomy Journal**, v. 108, n. 3, p. 938-949, 2016.

CARPENTIERI-PIPOLO, V., MINELLA, E., VARESCHI, L. J. L., GROSSMANN, M. V. E. **Melhoramento de Cevada nua com elevados níveis de β -glucana e seus benefícios na**

redução do colesterol. Embrapa Trigo, Documentos online: 191, 22p., ISSN 1518-6512, 2021.

CARVALHO, E.V.; AFFÉRI, F.S.; PELUZIO, J.M. Desempenho Agronômico e Divergência Genética na Seleção de Linhagens s5 de Milho. **Bioscience Journal**, v. 27, n. 5, p. 794-797, 2011.

CAVALLERO, A.; EMPILLI, S.; BRIGHENTI, F.; STANCA, A. M. High (1-3,1- 4) β -glucan barley fractions in bread making and their effects on human glycemic response. **Journal of Cereal Science**, v. 36, n. 1, p. 59-66, 2002.

DANTAS, J. L.; LUCENA, R. S.; VILAS BOAS, S. A. Avaliação Agronômica de linhagens e híbridos de mamoeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, n. 1, p. 138-148, 2015.

DE MORI, C.; MINELLA, E. **Aspectos econômicos e conjunturais da cultura da cevada.** Embrapa Trigo, 28p., 2012.

DIAMOND, J. M. **Armas, germes e aço: os destinos das sociedades humanas.** 15. ed. Record, 317p., 2013.

FALEIRO, F. G.; **Marcadores genético-moleculares aplicados a programas de conservação e uso de recursos genéticos.** Planaltina, Embrapa Cerrados, 102p. 2007.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATIONS OF THE UNITED NATIONS - FAO. **FAO Statistical Programme of Work 2020–2021.** 67p., ISBN: 978-92-5-132936-8, 2020.

FAOSTAT. **Statistical databases.** Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2023. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#home>. Acesso em: fev. 2023.

FERREIRA, R. L.; SÁ, M. E. Contribuição de etapas do beneficiamento na qualidade fisiológica de sementes de dois híbridos de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 4, p. 99-110, 2010.

FIGUEIREDO NETO, A.; ALMEIDA, F. de A. C.; VIEIRA, J. F., Comercialização e qualidade de sementes. *In*: BARROS NETO, J. J. da S.; ALMEIDA, F. de A. C.; QUEIROGA, V. de P.; GONÇALVES, C. C., **Sementes: estudos tecnológicos**. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Sergipe, e-book ISBN: 978-85-68801-58-1, 285p., 2014.

FOLEGATTI, M. V.; PESSOA, P. C. S.; PAZ, V. P. S. Avaliação do desempenho de um pivô central de grande porte e baixa pressão. **Scientia Agricola**, v. 55, n. 1, 1998.

FRÉGEAU-REID, J.; CHOO, T.-M.; HO, K.-M.; MARTIN, R. A.; KONISHI, T. Comparisons of Two-Row and Six-Row Barley for Chemical Composition Using Doubled-Haploid Lines. **Crop Science**. v. 41, p. 1737-1743, 2001.

HARLAN, J. R. On the origin of barley. *In*: **Barley: origin, botany, culture, winterhardiness, genetics, utilization and pests**. [s.l.: s.n.]: United States Department of Agricultural Service, Agriculture Handbook n° 338, 154p., 1979.

HELBAEK, H. Plant collecting, dry-farming, and irrigation agriculture in prehistoric Deh, Luran. *In*: HOLE, F.; FLANNERY, K. V.; NEELY, J. A. **Prehistory and human ecology of the Deh Luran Plain**. Museum of Anthropology, University of Michigan, v. 1, 482p., 1969.

KARIM, K.; RAWDA, A.; HATEM, C. Genetic diversity in barley genetic diversity in local Tunisian barley based on RAPD and SSR analysis. **Biological Diversity and Conservation** 2/1, p. 27-35, 2009.

KIKUCHI, S.; TAKETA, S.; ICHII, M.; KAWASAKI, S. Efficient fine mapping of the naked caryopsis gene (*nud*) by HEGS (High Efficiency Genom Scaning) AFLP in barley. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 108, p. 73-78, 2003.

LASZTITY, R. **The chemistry of cereal proteins**. 2. ed., Routledge, 336p., 1996.

LEÃO, P. C. de S.; BORGES, R. M. E.; SILVA, S. F. da; BARBOSA JUNIOR, R., **Caracterização e Avaliação agrônômica de genótipos de uvas de mesa do banco de**

germoplasma de videira da Embrapa Semiárido. Embrapa Semiárido, Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 37 p., 2012.

LINNÉ, C. von.; SALVIUS, L. **Genera Plantarum.** plus index. Holmiae, Impensis Laurentii Salvii, 5. ed., 500p., 1754.

LOBATO, E.; SOUSA, D. M. G. de. **Cerrado: correção do solo e adubação.** Embrapa Informação Tecnológica, 2. Ed., 416p., 2004.

LOPEZ BELLIDO, L. **Cultivos herbáceos: cereales.** Mundi-Prensa, v. 1, 529p. 1991.

MANJUNATHA, T., BISHT, I. S., BHAT, K. V. Genetic structure of hulless barley (*Hordeum vulgare* L. subsp. *Vulgare*) landrace populations from North-western Indian Himalayas. **Indian Journal of Biotechnology**, v. 10, p. 25-32, 2011.

MARCONDES, M. C.; MIGLIORANZA, É.; FONSECA, I. C. B. Qualidade de sementes de soja em função do horário de colheita e do sistema de trilha de fluxo radial e axial. **Engenharia Agrícola**, v. 30, p. 315-321, 2010.

MARCONI, E.; GRAZIANO, M.; CUBADDA, R. Composition and utilization of barley pearling by-products for making functional pastas rich in dietary fiber and β -Glucans. **Cereal Chemistry**, v. 77, n. 2, p. 133-139, 2000.

MAZOYER, M.; ROUDART, L. **História das agriculturas no mundo: do neolítico à crise contemporânea.** Universidade Estadual Paulista, 567p., 2010.

MEDEIROS, J. D. **Guia de Campo: vegetação do Cerrado 500 espécies,** Série Biodiversidade, n. 43, Ministério do Meio Ambiente, 532p., 2011.

MENEZES, B. R. da S., MOREIRA, L. B., LOPES, H. M., PEREIRA, M. B., Caracterização morfoagronômica em arroz vermelho e arroz de sequeiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 41, n. 4, p. 490-499, 2011.

MINELLA, E. Cevada cervejeira: características e desempenho agrônômico das cultivares indicadas para a região sul. Embrapa Trigo, **Circular Técnica Online**, **04**, 2001. Disponível em: <24ech://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_ci04.htm>. Acesso em: fev. 2023.

MINELLA, E. Melhoramento de cevada. *In*: BOREM, A. (Ed.) **Melhoramento de espécies cultivadas**. 6. ed. Universidade Federal de Viçosa, p. 253-272, 1999.

MINELLA, E.; AMABILE, R. F.; GOTTI FILHO, E.; COSTAMILLAN, L. M.; EICHELBERGER, L.; NASCIMENTO JUNIOR, A.; CHAVES, M. S.; SCAGLIUSI, S. M. M. BRS Manduri: nova opção varietal de cevada cervejeira para produção irrigada. *In*: **ANAIS DA XXVIII REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE CEVADA**, Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária, 2011, 1 CD-ROM.

MINELLA, E.; AMABILE, R. F.; GOTTI, E.; LIMA, M. I. P. M.; COSTAMILAN, L. M.; EICHELBERGER, L.; NASCIMENTO JUNIOR, A. do; CHAVES, M. S.; BRAMMER, S. P. Cultivar de cevada BRS Sampa. *In*: **ANAIS DA XXVII REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE CEVADA**, Embrapa Trigo, 2009, 1 CD-ROM.

MINELLA, E.; CIULLA, C.; OPPELT, D.; WOBETO, C.; NOVATZKI, M. Safra brasileira de cevada: resultados 2006. *In*: **ANAIS DA XXVI REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE CEVADA**, Embrapa Trigo, p. 102-105, 2007.

MORAES, E. R. de; DOMINGUES, L. A. da S.; MEDEIROS, M. H.; PEIXOTO, J. V. M.; LANA, R. M. Q. Produtividade e características agrônômicas da cana-de-açúcar em diferentes sistemas de preparo do solo. **Revista de Agricultura Neotropical**. v. 3, n. 1, p. 27-32, 2016.

NEWMAN, C. W.; NEWMAN, R. K. Hulless barley for food and feed. *In*: ABDEL-AAL, E.; WOOD, P. J. **Specialty grains for food and feed**. American Association of Cereal Chemists, Wisconsin University, p. 167-202, 2005.

NOGUEIRA, C. N. **Prognóstico Cevada – Outubro de 2020**. Departamento de Economia Rural do Estado do Paraná, 4p., 2020. Disponível em:

<https://www.agricultura.pr.gov.br/Pagina/Edicoes-anteriores-Prognostico-Agropecuario>.

Acesso em: fev. 2023.

OLIVEIRA JR, L. F. G.; PEREIRA, M. G.; BRESSAN-SMITH, R. Caracterização e avaliação agrônômica de híbridos e linhagens de milho doce (*su1*). **Horticultura Brasileira**, v. 24, n. 3, p. 283-288, 2006.

PARRELLA, R. A. da C.; SCHAFFERT, R. E.; MAY, A.; EMYGDIO, B.; PORTUGAL, A. F.; DAMASCENO, C. M. B. Desempenho agrônômico de híbridos de sorgo biomassa. Embrapa Milho e Sorgo, **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 41**, ISSN 1679-0154, 20p., 2011.

PINS, J. J.; KAUR, H. A review of the effects of barley β -glucan on cardiovascular and diabetic risk. **Cereal Food World**, v. 51, p. 8-11, 2006.

PRECZENHAK, A. P.; RESENDE, J. R. V.; CHAGAS, R. R.; SILVA, P. R.; SCHWARZ, K.; MORALES, R. G. F. Caracterização agrônômica de genótipos de minitomate. **Horticultura Brasileira**, v. 33, n. 2, p. 348-356, 2014.

RAMALHO, M. A. P.; FERREIRA, D. F.; OLIVEIRA, A. C. **Experimentação em genética e melhoramento de plantas**. Universidade Federal de Lavras, 326p., 2000.

REID, D. A.; WIEBE, G. A. Taxonomy, botany, classification and world collection. *In*: WIEBE, G. A. Barley: Origin, Botany, Culture, Winterhardiness, Genetics, Utilization, Pests. **Agriculture Handbook n. 338**, United States Department of Agriculture, 127p., 1968.

RESENDE, M. D. V. de. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Embrapa Informação Tecnológica, 975p., 2002.

REY, J. I.; HAYES, P. M.; PETRIE, S. E.; COREY, A.; FLOWERS, M.; OHM, J. B.; ONG, C.; RHINHART, K.; ROSS, A. S. Production of dryland barley for human food: quality and agronomic performance. **Crop Science**, v. 49, n. 1, p. 347-355, 2009.

SANO, E. E.; ROSA, R.; BRITO, J. L. S.; FERREIRA, L. G. **Mapeamento de cobertura vegetal do bioma Cerrado: estratégias e resultados**. Planaltina. Embrapa Cerrados. Documentos 190, 33p., ISSN: 1517-5111, 2007.

SANTI, A.; TIBOLA, C. S.; DALMAGO, G. A.; DE MORI, C. Cultivar de cevada BRS 195. *In: Avaliação dos impactos econômicos, sociais e ambientais de tecnologias geradas pela Embrapa Trigo – ano base 2007*. Embrapa Trigo, Documentos online, ISSN 1518-6512, 2008. Disponível em: http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do96.htm. Acesso em: fev. 2023.

SAYD, R. M.; AMABILE, R. F.; FALEIRO, F. G.; BRIGE, F. A. A.; MELO, J. V. P. Molecular and agronomic genetic diversity between barley genotypes under irrigation in the Brazilian Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 57, e02731, 2022.

SAYD, R. M.; AMABILE, R. F.; FALEIRO, F. G.; MONTALVÃO, A. P. L.; BRIGE, F. A. A.; DELVICO, F. M. S.; SALA, P. I. L. Genetic parameters and agronomic characterization of hullless barley accessions under irrigation in the savanna. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 13, n. 3, e5567, 2018.

SAYD, R. M.; AMABILE, R. F.; FALEIRO, F. G.; BELLON, G. Genetic variability of hullless barley accessions based on molecular and quantitative data. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 50, n. 2, p. 160-167, 2015.

SHIMIZU, C.; KIHARA, M.; AOE, S.; ARAKI, A.; ITO, K.; HAYASHI, K.; WATARI, J. SAKATA, Y.; IKEGAMI, S. Effect of high b-glucan barley on Serum cholesterol concentrations and visceral fat area in Japanese men-A randomized, double-blinded, placebo-controlled trial. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 63, p. 21-25, 2008.

SILVA, D. B. da; GUERRA, A. F.; MINELLA, E.; ARIAS, G. BRS 180: Cevada cervejeira para cultivo irrigado no Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 8, p. 1689-1694, 2000.

SILVA, J. F. da; ALMEIDA, F. de A. C.; QUEIROGA, V. de P., Importância das sementes das angiospermas e alguns aspectos dos sistemas de reprodução. *In: BARROS NETO, J. J. da*

S., **Sementes: estudos tecnológicos**, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe, 285p., 2014.

SMITH, C. W. **Crop Production: evolution, history and technology**. Department of Soil & Crop Science. Texas A&M University. John Wiley & Sons, ISBN: 0-471-07972-3, p. 174-219, 1995.

SOUSA, F. C. de; ALMEIDA, F. de A. C.; DE MELO, B. A., Beneficiamento e armazenamento de sementes. *In*: BARROS NETO, J. J. da S., **Sementes: estudos tecnológicos**, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe, 285p., 2014.

SPAGNOLO, T. F. O.; COUTO JUNIOR, A. F. E. Expansão da Agricultura Irrigada por Pivô Central no Cerrado entre os anos de 1984 e 2008. *In*: **ANAIS DO XVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO**, p. 712-719, 2013.

TAKETA, S., AMANO, S., TSUJINO, Y., SATO, T., SAISHO, D., KAKEDA, K., NOMURA, M. SUZUKI, T., MATSUMOTO, T., SATO, K., KANAMORI, H., KAWASAKI, S., TAKEDA, K. Barley grain with adhering hulls is controlled by an ERF family transcription factor gene regulating a lipid biosynthesis pathway. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States**, v. 105, n. 10, p. 4062-4067, 2008.

TONON, J. Cevada: As principais doenças fúngicas. **Correio Agrícola**, 1:12-15, 1992.

VAVILOV, N. I. Studies on the origin of cultivated plants. **Institut de Botanique Appliquee et D'amelioration des Plantes**. 248p., 1926.

VIGANÓ, J.; BRACCINI, A. de L.; SCAPIM, C. A.; FRANCO, F. de A.; SCHUSTER, I.; MOTERLE, L. M.; TEXEIRA, L. R.; ROCHA, R. da. Efeito de anos e épocas de semeadura sobre o desempenho agrônômico e rendimento de cultivares de trigo em Palotina, PR. **Bioscience Journal**, v. 27, n. 2, p. 259-270, 2011.

WIEBE, G. A.; REID, D. A. Classification of barley varieties grown in the United States and Canada in 1958, **United States Department of Agriculture. Technical Bulletin n° 1.224**, 234p., illus. 1961.

ZOHARY, D.; HOPF, M.; WEISS, E. **Domestication of Plants in the Old World**. Oxford University Press, 4. ed., 264p., 2012.

CAPÍTULO I

**CARACTERIZAÇÃO AGRONÔMICA E PARÂMETROS GENÉTICOS DE
GENÓTIPOS DE CEVADA NUA (*Hordeum vulgare* L. var. *nudum* Hook. f.) SOB
IRRIGAÇÃO NO CERRADO**

**AGRONOMIC CHARACTERIZATION AND GENETIC PARAMETERS OF
HULLESS BARLEY GENOTYPES (*Hordeum vulgare* L. var. *nudum* Hook. f.) UNDER
IRRIGATION IN THE CERRADO**

CARACTERIZAÇÃO AGRONÔMICA E PARÂMETROS GENÉTICOS DE GENÓTIPOS DE CEVADA NUA (*Hordeum vulgare* L. var. *nudum* Hook. f.) SOB IRRIGAÇÃO NO CERRADO

1. RESUMO

O cultivo de cevada nua no Brasil ainda é pouco difundido, devido à predominância na utilização de cevada no país para a produção de malte pelas indústrias cervejeiras, as quais dão preferência às cevadas tradicionais, além da pequena disponibilidade de materiais conhecidos de cevada nua na América Latina, e ao trabalho incipiente de melhoramento genético e desenvolvimento de genótipos desse tipo de cevada adaptados às diferentes condições de cultivo do país. O objetivo deste trabalho foi caracterizar agronomicamente seis genótipos de cevada nua selecionados pelo programa de melhoramento de cevada da Embrapa, utilizando-se cinco caracteres agronômicos quantitativos, bem como estimar parâmetros genéticos relacionados às avaliações destas características. O experimento foi realizado no Distrito Federal, nos anos de 2020 e 2021, instalados no mês de maio e colhidos no mês de setembro de cada ano, sendo que o delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com quatro repetições. As características avaliadas foram: rendimento de grãos, peso de mil sementes, altura de plantas, grau de acamamento e ciclo até o espigamento. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância conjunta e as médias agrupadas entre si pelo teste de Tukey. Foram detectadas diferenças significativas a 1% de probabilidade entre os genótipos para todas as características avaliadas, exceto para a porcentagem de acamamento das parcelas, cujos resultados não obtiveram diferenças estatísticas significativas. Os coeficientes de variação genotípicos apresentaram-se baixos para as características altura de plantas e ciclo até o espigamento, o que significa que há uma variação pequena entre os dados destes caracteres. Já para as demais características os resultados demonstraram coeficientes de variação genotípicos altos, superiores a 15%, significando maior variação entre os dados. Foi observada alta herdabilidade para as características avaliadas, exceto para o grau de acamamento, mostrando que esta característica tende a sofrer maior influência ambiental que as demais. O genótipo 299555 destacou-se negativamente dos demais em relação ao ciclo até o espigamento, demonstrando-se mais tardio. O genótipo 295442 destacou-se quanto ao peso de mil sementes, demonstrando ser o genótipo com sementes de maior tamanho dentre os avaliados. O genótipo 295400 apresentou características promissoras como um alto rendimento de grãos, alto peso de mil sementes, baixo grau de

acamamento e ciclo médio. Já o genótipo CPAC Musa apresentou valores consideravelmente altos para rendimento de grãos, com grãos de tamanho médio conforme o peso de mil sementes, além de um grau de acamamento de médio a baixo e com período até o espigamento relativamente baixo. Constatou-se que os genótipos mais precoces possuem maior altura de plantas, maiores valores de rendimento de grãos e menor tamanho de sementes.

Palavras-chave: Correlação, herdabilidade, melhoramento.

AGRONOMIC CHARACTERIZATION AND GENETIC PARAMETERS OF HULLESS BARLEY GENOTYPES (*Hordeum vulgare* L. var. *nudum* Hook. f.) UNDER IRRIGATION IN THE CERRADO

2. ABSTRACT

The cultivation of hulless barley in Brazil is still not widespread, due to the predominant use of barley in the country for the production of malt by the brewing industries, which give preference to traditional barleys, in addition to the small availability of known materials of hulless barley in Latin America, and the incipient work of genetic improvement and development of genotypes of this type of barley adapted to the different growing conditions of the country. The objective of this work was to agronomically characterize six hulless barley genotypes selected by the barley improvement program of Embrapa, using five quantitative agronomic characters, as well as to estimate genetic parameters related to the evaluations of these traits. The experiment was conducted in the Federal District, in the years 2020 and 2021, installed in May and harvested in September each year, and the experimental design used was randomized block design with four repetitions. The characteristics evaluated were: grain yield, thousand seed weight, plant height, lodging degree, and cycle until ear setting. The data obtained were submitted to the joint analysis of variance and the means were grouped by the Tukey test. Significant differences were detected at 1% probability among the genotypes for all the evaluated characteristics, except for the percentage of lodging in the plots, the results of which were not statistically significant. The genotypic variation coefficients were low for the characteristics plant height and cycle until till tillering, which means that there is a small variation among the data of these characters. For the other traits, the results showed high genotypic coefficients of variation, greater than 15%, meaning greater variation among the data. High heritability was observed for the evaluated characteristics, except for the degree of lodging, showing that this characteristic tends to suffer greater environmental influence than the others. The genotype 299555 stood out negatively from the others in relation to the cycle until spikelet, showing to be later. The genotype 295442 stood out in terms of thousand seed weight, proving to be the genotype with the largest seed size among those evaluated. The genotype 295400 presented promising characteristics such as high grain yield, high weight of thousand seeds, low degree of lodging and medium cycle. The CPAC Musa genotype presented considerably high values for grain yield, with medium-sized grains according to the weight of a thousand seeds, in addition to a degree of lodging

from medium to low and with a relatively low period until spikelet. It was found that the earliest genotypes have higher plant height, higher grain yield values and smaller seed size.

Keywords: Correlation, heritability, breeding.

3. INTRODUÇÃO

A cevada (*Hordeum vulgare* L.) é uma planta da família das gramíneas, sendo a quarta cultura de maior importância na produção de cereais, atrás de milho, trigo e arroz. É considerada um importante ingrediente alimentar devido à presença de constituintes bioquímicos vitais como β -glucanas, amido, amilose, proteína, etc. Além disso, é classificada, geralmente, em dois tipos, com ou sem casca (SHAVETA & KAUR, 2019).

Após a popularização do trigo, houve um declínio da popularidade da cevada, devido às características do trigo que apresentava pães com coloração mais atrativa. A partir de então, a cevada passou a ser mais utilizada para a alimentação animal e para a produção de malte, para a qual a presença das brácteas (gluma, lema e pálea) é importante, pois estas protegem o embrião, e auxiliam a manutenção do poder germinativo do grão, garantindo uma melhor taxa de germinação. Desta forma, o cultivo da cevada com grãos cobertos passou a ter preferência quando comparado à cevada nua (CARPENTIERI-PIPOLO *et al.*, 2021).

Segundo Harlan (1979), estudos genéticos mostraram que a característica que confere à cevada nua a falta de casca, é resultado de uma mutação natural, e foi selecionada pelo homem para sua própria alimentação há aproximadamente 8.000 anos, no antigo Crescente Fértil, região onde atualmente se encontram Irã, Israel, Jordânia, Síria, Turquia e Iraque.

Segundo Sayd *et al.* (2018), a cevada nua está presente no Brasil apenas em estações experimentais para que seu potencial seja estudado. Neste tipo de estudo, a caracterização agrônômica possui grande importância, objetivando aumentar o conhecimento da identidade de cada genótipo mediante uma gama de informações que permitam o estudo de sua variabilidade genética (RAMOS & QUEIROZ, 1999).

As análises de diversidade genética podem ser utilizadas para auxiliar a busca por genótipos com alto desempenho e alta variabilidade, para serem incorporados aos programas de melhoramento genético, facilitando a identificação de linhagens endogâmicas para sua utilização na obtenção de genótipos híbridos ou populações segregantes superiores (SAYD *et al.*, 2022). Além disso, Rotili *et al.* (2015) mostram que a divergência genética tem um papel muito importante no melhoramento de plantas, possibilitando a redução da vulnerabilidade da cultura a doenças, além de acelerar o progresso genético para características desejáveis, sendo útil na obtenção de novas populações (CUI *et al.*, 2001). Segundo Melo *et al.* (2001), a presença de variabilidade genética entre acessos é essencial para a formação de uma população base, mas somente serão obtidos resultados satisfatórios quando o germoplasma utilizado como genitor tiver alta média com relação às características de interesse.

Segundo Assefa & Labuschagne (2015), para plantas autógamas, como a cevada, a seleção de linhas puras em variedades adaptadas localmente é um dos métodos mais baratos e fáceis de melhoramento a ser executado, mas é apenas uma estratégia a curto prazo, sendo que, a longo prazo, as melhores linhas puras devem ser utilizadas em programas de cruzamentos, como forma de identificar a variabilidade imprevisível de características abióticas (CECCARELLI & GRANDO, 1996; LAKEW *et al.*, 1997). Neste caso, a estimativa de parâmetros genéticos para as características quantitativas torna-se muito útil, fornecendo informações a respeito da hereditariedade de caracteres de interesse e auxiliando na escolha dos métodos adequados de melhoramento a serem utilizados (MUEHLEBAUER *et al.*, 1995).

De acordo com Cruz *et al.* (2004), a correlação entre diferentes caracteres contribui significativamente para o melhoramento genético, facilitando a seleção de caracteres pouco herdáveis ou de difícil avaliação pela utilização da seleção de caracteres com maior herdabilidade, ou de avaliação menos dispendiosa, desde que existam associações fortes entre elas. Desta forma, a utilização dessa ferramenta permite a recomendação, pelos programas de melhoramento, de genótipos mais adaptados a regiões específicas, ampliando-se as bases genéticas da coleção em estudo. (CRUZ *et al.*, 1994).

Desta forma, no presente capítulo, objetivou-se a caracterização agrônômica de seis genótipos de cevada nua pré-selecionados pelo programa de melhoramento de cevada da Embrapa, bem como a obtenção de parâmetros genéticos relacionados às características avaliadas, com o intuito de identificar genótipos promissores à utilização no cultivo na região do Cerrado brasileiro sob irrigação.

4. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em dois anos consecutivos, 2020 e 2021, sendo semeado no mês de maio e colhido no mês de setembro, no Centro de Inovação em Genética Vegetal (CIGV) da Embrapa Cerrados, localizado no Riacho Fundo II – DF a 15°55'10,7'' de latitude Sul e 48°02'10,4'' de longitude Oeste, em uma altitude de 1.250 m, em LATOSSOLO VERMELHO DISTRÓFICO típico, argiloso, tendo sido instalado em sistema de plantio direto, cujo clima se caracteriza como sendo do tipo Aw pela classificação de Köppen.

Foi realizada uma análise de solo no primeiro ano de avaliação, cujos resultados estão apresentados na tabela 1. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com quatro repetições, e as análises realizadas em esquema fatorial 2 x 6 (anos x genótipos). Os

genótipos avaliados foram: 295426, 299555, 295396, 295400, 295442 e CPAC Musa. As parcelas constituíram-se de quatro linhas de três metros de comprimento, espaçadas 25 cm entre si, com a área de 3,0 m² para cada parcela, e uma densidade de 200 plantas por m², sendo o experimento constituído de apenas uma parcela por repetição. Realizou-se a adubação no sulco de semeadura, por ocasião do plantio, da mesma forma para todos os anos de avaliação, aplicando-se 12 kg ha⁻¹ de N, 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅, 48 kg ha⁻¹ de K₂O, e 50 kg ha⁻¹ de N por ocasião do surgimento da quinta folha plenamente expandida (AMABILE *et al.*, 2007). Foram realizadas irrigações via pivô central, de acordo com a recomendação do sistema de monitoramento de irrigação no Cerrado, disponibilizado pela Embrapa Cerrados em seu sítio na internet. Foram realizados turnos de rega de cinco dias, com lâminas aproximadas de 25 mm no primeiro mês, 12 mm no segundo mês, 8 mm no terceiro mês e de 6 mm no último mês, cortando-se a irrigação cerca de 10 dias antes da colheita, totalizando uma aplicação de aproximadamente 325 mm de água durante todo o ciclo da cultura, para ambos os anos.

Tabela 1. Análise física e química do solo da área onde foi instalado o experimento para avaliação dos parâmetros morfoagronômicos de 6 acessos de cevada nua avaliados no campo do Centro de Inovação em Genética Vegetal (Fazenda Sucupira) da Embrapa Cerrados, Riacho Fundo II (DF), realizada no ano de 2020, na profundidade de 0,0 – 0,2m.

Granulometria		g kg ⁻¹		Classe textural					
Areia		325							
Silte		275		Argilosa					
Argila		400							
Macronutrientes e resultados complementares									
pH	P	Ca	Mg	K	H+Al	SB	CTC	V	MO
H ₂ O	mg dm ⁻³	----- cmolc dm ⁻³ -----			-----			%	g kg ⁻¹
	3	----							1
5,7	23,1	4,2	0,9	0,05	3,7	5,2	8,9	58	46,3
Adequado	Alto	Médio	Médio	Baixo	Média	Boa	Média	Adequada	Alta

Extrator: P: Mehlich 1.

Legenda: pH – pH em cloreto de cálcio; SB – soma de bases; CTC – capacidade de troca catiônica a pH 7,0; V – saturação por bases; MO – matéria orgânica.

Foram avaliados os seguintes caracteres morfoagronômicos: Acamamento - grau de acamamento (% - avaliação visual da porcentagem de acamamento da parcela, em que valores iguais a zero indicam acamamento inexistente e iguais a 100 indicam acamamento máximo); Altura - altura de plantas (cm); Rendimento - rendimento estimado de grãos (kg ha⁻¹); PMS -

peso de 1.000 sementes (g) (BRASIL, 2009); e o Espigamento – período entre a emergência da plântula e a apresentação visível de espigamento de 50% das plantas da área útil da parcela (dias). As avaliações de altura de plantas, grau de acamamento e ciclo de espigamento foram realizadas em campo. Já as avaliações de rendimento de grãos e peso de mil sementes foram realizadas no Laboratório de Sementes da Embrapa Cerrados.

Segundo Goovaerts (1997), muitas variáveis relacionadas às Ciências da Terra possuem distribuição assimétrica, onde poucos valores muito altos afetam de forma forte as estatísticas amostrais, como a média, a variância, o coeficiente de correlação, assim como medidas de correlação espacial. Desta forma, em algumas situações, como nos casos aqui estudados, há a necessidade de realizar uma transformação dos dados, que nada mais é do que uma função de uma observação que define uma nova observação, através da aplicação de uma função matemática, visando realizar uma mudança na forma da distribuição, buscando-se uma distribuição de frequência o mais simétrica possível (KOCH JR. & LINK, 1970). Segundo Vieira (2017), esta tarefa de transformar os dados deve ser realizada primeiramente para que então seja realizado o teste estatístico, como forma de estabilizar-se a variância. A autora explica que, para que sejam analisados dados de contagem, o que se utiliza é a transformação com a extração da raiz quadrada de cada observação, sendo que, a variável obtida possui, em geral, variância constante. Já para ensaios cujos resultados são expressos em porcentagem, o recomendado é a transformação em arco seno da raiz da proporção, como forma de homogeneização da variância experimental (HADDAD & VENDRAMIM, 2000).

No caso deste trabalho, os dados de Acamamento e Espigamento precisaram ser transformados, tomando-se como base as explicações expostas por Vieira (2017), sendo os dados de Acamamento transformados em $\arcsen \sqrt{\frac{x}{100}}$ onde x é o valor da leitura do grau de acamamento, em porcentagem (%), e os dados de Espigamento transformados em $\sqrt{x + 0,5}$, onde x é o valor da leitura do ciclo até o espigamento em dias.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância com auxílio do programa R, versão 4.3.0 (R PROJECT, 2022). Para a análise de variância de cada caráter, será considerado o modelo estatístico: $Y_{ijk} = \mu + B_k + G_i + A_j + GA_{ij} + \varepsilon_{ijk}$, onde: Y_{ijk} é a observação no k-ésimo bloco, avaliado no i-ésimo genótipo e j-ésimo ambiente; μ é a média geral do ensaio; G_i é o efeito do tratamento (genótipo) i; B_k é o efeito do bloco k; A_j é o efeito do ambiente j; GA_{ij} é o efeito da interação entre o genótipo i e o ambiente j; e ε_{ij} é o erro aleatório associado à observação ijk (fatores não controlados. Na Tabela 2, encontra-se o esquema da análise de variância desse modelo.

Tabela 2. Esquema da análise de variância conjunta de um modelo em blocos casualizados com interação de primeira ordem, com as esperanças dos quadrados médios e teste F para as fontes de variação, considerando efeitos fixos de blocos, genótipos, ambiente e interação genótipo x ambiente.

<i>FV</i>	<i>GL</i>	<i>SQ</i>	<i>QM</i>	<i>F</i>
<i>Blocos</i>	$r-1$	SQB	SQB / GLB	QMB / QME_a
<i>Genótipos (G)</i>	$g-1$	SQG	SQG / GLG	QMG / QME_a
<i>Erro a</i>	$(r-1)(g-1)$	SQE_a	SQE_a / GLE_a	
<i>Anos (A)</i>	$a-1$	SQA	SQA / GLA	QMA / QME_b
<i>Interação (GxA)</i>	$(g-1)(a-1)$	$SQGA$	$SQGA / GLGA$	$QMGA / QME_b$
<i>Erro b</i>	$(gar-1)-\{(r-1)+(g-1)+(a-1)+[(r-1)(g-1)]+[(g-1)(a-1)]\}$	SQE_b	SQE_b / GLE_b	
<i>Total</i>	$gar-1$			

Através dos resultados da Análise de Variância, foram obtidas as estimativas das variâncias fenotípica ao nível de média ($\hat{\sigma}_f^2$), genotípica entre os acessos ($\hat{\sigma}_g^2$) e da ambiental média ($\hat{\sigma}_e^2$), herdabilidade no sentido amplo (ha^2), os coeficientes de variação experimental (CV_e), genético (CV_g) e relativo (CV_r) e a acurácia seletiva (\hat{r}_{gg}), para cada uma das características analisadas, utilizando-se uma planilha do programa Microsoft Excel (JESUS, 2008), em que:

- Variância fenotípica entre as médias dos tratamentos

$$\hat{\sigma}_f^2 = \frac{QMG}{r}$$

- Variância ambiental

$$\hat{\sigma}_e^2 = \frac{QMEb}{r}$$

- Variância genotípica

$$\hat{\sigma}_g^2 = \frac{QMG-Q_b}{r}$$

- Herdabilidade no sentido amplo

$$ha^2 = \frac{\hat{\sigma}_g^2}{\hat{\sigma}_f^2}$$

- Coeficiente de variação experimental, onde μ = média do carácter.

$$CV_e = (100 \cdot \sqrt{QME_b}) / \mu$$

- Coeficiente de variação genético

$$CV_g = (100 \cdot \sqrt{\hat{\sigma}_g^2}) / \mu$$

- Coeficiente de variação relativo

$$CV_r = \sqrt{\frac{\hat{\sigma}_g^2}{\hat{\sigma}_e^2}}$$

- Acurácia seletiva

$$\hat{r}_{gg} = \sqrt{1 - \frac{1}{Fc}}$$

Utilizando as estimativas da variância e covariância genotípicas entre os caracteres dois a dois, foi determinada a correlação genotípica, conforme Kempthorne (1966), com o auxílio do programa R, versão 4.3.0 (R PROJECT, 2022), com base no coeficiente de correlação de Pearson, apresentando-se as correlações entre os fatores na forma de correlograma, em que:

Coeficiente de correlação genotípica - $r_g = \frac{C\hat{v}_g(X,Y)}{\sqrt{\hat{\sigma}_g^2(X) \cdot \hat{\sigma}_g^2(Y)}}$, onde:

$C\hat{v}_g(X,Y)$ = estimador da covariância genotípica entre dois caracteres X e Y ;

$\hat{\sigma}_g^2(X)$ = estimador da variância genotípica do carácter X ;

$\hat{\sigma}_g^2(Y)$ = estimador da variância genotípica do carácter Y ;

Quanto maior a representação do tamanho do número no correlograma, referente à correlação entre dois caracteres, maior será a correlação entre os mesmos, e, conseqüentemente, quanto menor este valor se mostra no gráfico, menor será a interação entre estes caracteres. Além disso, para a classificação das correlações, foram adotados os intervalos propostos por Carvalho *et al.* (2004), onde as intensidades são tidas como: perfeita ($|r| = 1$); fortíssima ($0,90 \leq |r| < 1$); forte ($0,60 \leq |r| < 0,90$); média ($0,30 \leq |r| < 0,60$); fraca ($0,00 < |r| < 0,30$) e nula ($r = 0$).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Consoante à análise de variância (Tabela 3), os caracteres avaliados nos seis genótipos de cevada nua demonstraram diferenças significativas a 1% pelo teste F ($p \leq 0,01$), com exceção do grau de acamamento, cujos resultados não obtiveram diferença estatística. O mesmo ocorreu na análise dos anos de avaliação e na interação entre os genótipos e os anos. Esses resultados indicam que há variabilidade genética entre os genótipos avaliados.

Os valores da razão entre os coeficientes de variação genético e experimental (CVg/CVe) foram superiores a 1, na maioria dos caracteres avaliados, o que significa que houve um pequeno efeito ambiental na expressão do fenótipo, inferindo que quase toda a variância dos caracteres deu-se por efeitos genéticos (YOKOMIZO & FARIAS NETO, 2003). Já os resultados do coeficiente de variação experimental obtidos foram baixos, mostrando alta precisão na execução dos experimentos, o que também se identifica pelos altos valores de acurácia seletiva.

Os únicos caracteres que se mostraram diferentes foram o grau de acamamento e a altura de plantas, que resultaram em valores menores que 1, sendo mais influenciados pelos efeitos ambientais que pelos efeitos genéticos. Além disso, o valor do coeficiente de variação experimental da característica grau de acamamento apresentou valor alto que, juntamente com o baixo valor da acurácia, mostra baixa precisão na avaliação dessa característica, o que não ocorreu para a característica altura de plantas.

Tabela 3. Resumo da análise de variância e parâmetros genéticos das características rendimento estimado de grãos (Rendimento), peso de mil sementes (PMS), ciclo até o espigamento (Espigamento), altura de plantas (Altura) e grau de acamamento (Acamamento) de 6 acessos de cevada nua avaliados no campo do Centro de Inovação em Genética Vegetal da Embrapa Cerrados, Riacho Fundo II (DF), nos anos de 2020 e 2021.

FV	GL	Valores de F				
		Rendimento (kg ha ⁻¹)	PMS (g)	Altura (cm)	Acamamento (%) ¹	Espigamento (dias) ²
Genótipos	5	259,564**	127,743**	6,478**	1,0419	30,529**
Blocos	3	1,043	1,369	2,174	0,3228	2,410
Anos	1	7.711,553**	184,695**	56,298**	1,0330	132,524**
Gen*Anos	5	112,996**	34,322**	6,587**	3,5057	11,465**
Resíduo	18	-	-	-	-	-
CV1		2,1358	2,7384	3,5046	82,6227	0,7164
CV2 = CV _e		2,7558	2,2745	4,5733	68,363	0,9924
QM _g		2.615.009,95	145,618	62,083	0,4559	0,1036
Média		4.699,5	38,99	88,33	51,25	65,67
$\hat{\sigma}_f^2$		653.752,487	36,4044	15,5208	0,114	0,0259
$\hat{\sigma}_g^2$		649.559,31	36,2078	11,441	0,0391	0,0243
$\hat{\sigma}_e^2$		4.193,177	0,1966	4,0799	0,0749	0,00163
ha ² (%)		99,36	99,46	73,71	34,29	93,71
CV _g (%)		17,1497	15,4331	3,8292	24,6931	1,9161
CV _r (%)		12,446	13,570	1,675	0,722	3,861
CV _g /CV _e		6,223	6,758	0,837	0,361	1,931
\hat{r}_{gg}		0,998	0,996	0,919	0,20	0,983

Legenda: Quadrado médio dos genótipos (QM_g), estimativas das variâncias fenotípica ao nível de média ($\hat{\sigma}_f^2$), genotípica ($\hat{\sigma}_g^2$) e ambiental ($\hat{\sigma}_e^2$), da herdabilidade no sentido amplo (ha²), dos coeficientes de variação genético (CV_g), experimental (CV_e) e relativo (CV_r), da relação (CV_g/CV_e) e acurácia seletiva (\hat{r}_{gg}).

** Significância a 1% de probabilidade pelo teste F. ¹ Análise com dados transformados para arcsen (raiz(x/100)); ² Análise com dados transformados para raiz(x+0,5)

Segundo os dados da tabela 3, o alto valor de herdabilidade da característica rendimento de grãos (99,36%) demonstra que é possível a obtenção de altos ganhos de seleção segundo Sayd *et al.* (2017). Estes autores também encontraram altos percentuais de herdabilidade trabalhando com 113 acessos de cevada selecionados para alta produtividade, em sistema de produção irrigado na região do Cerrado brasileiro (99,2%). Sayd *et al.* (2018), em trabalho com 18 acessos de cevada nua, também encontraram valor semelhante para a herdabilidade para essa característica (99,45%), corroborando com os resultados do presente estudo.

O fator rendimento de grãos pode ser influenciado de diversas formas dentro das lavouras. Uma das formas é a utilização de genótipos diferentes, pois cada genótipo produz um volume diferente de grãos, sendo uns mais produtivos que outros. Outro fator é a densidade de plantio, pois segundo Fabres *et al.* (2016), o estande das lavouras pode afetar significativamente o crescimento e o desenvolvimento das plantas, o que influencia diretamente a produção de grãos e a partição de fotoassimilados. Há ainda os fatores abióticos que podem influenciar o rendimento da lavoura como a ocorrência de geada (SILVA *et al.*, 2008), variação da temperatura fora do padrão demandado pelas culturas (SILVA *et al.*, 2021), a ocorrência de estresse hídrico, que influencia a abertura dos estômatos, o processo fotossintético, e o crescimento das folhas (MORAIS, 2009), a presença de ventos que, em velocidades altas, pode levar ao fechamento dos estômatos, à diminuição do número de folhas e da área foliar, o que ocasiona queda da fotossíntese, e conseqüentemente a produção de grãos (PUTTI *et al.*, 2017).

Todos os genótipos apresentaram valores médios para a característica rendimento de grãos (Rendimento) mais altos no ano de 2021 que no ano de 2020 (Tabela 4), porém, com grande variação entre os resultados individuais, sendo o menor valor de 4.860 kg ha⁻¹ para o genótipo 295426 e o maior valor de 8.034 kg ha⁻¹ para o genótipo 299555, tendo este apresentado a maior média de rendimento dentre os genótipos em 2021 (7.880,75 kg ha⁻¹) e aquele indicado a menor média entre os genótipos no mesmo ano (4.983,25 kg ha⁻¹). Já no ano de 2020 a maior média foi apresentada pelo genótipo 295442 (3.539,5 kg ha⁻¹), e a menor média foi do genótipo 295396 (2.366,75 kg ha⁻¹). Tais valores podem evidenciar a ocorrência de alguma diferença climática entre os anos, influenciando a produtividade dos genótipos, tendo visto que o padrão de irrigação foi o mesmo para ambos os anos.

Tabela 4. Médias das características rendimento estimado de grãos (Rendimento), peso de mil sementes (PMS), altura de plantas (Altura), grau de acamamento (Acamamento) e ciclo até o espigamento (Espigamento), de 6 acessos de cevada nua avaliados no campo do Centro de Inovação em Genética Vegetal (Fazenda Sucupira) da Embrapa Cerrados, Riacho Fundo II (DF), nos anos de 2020 e 2021.

GENÓTIPO	Rendimento (Kg ha ⁻¹)		PMS (g)		Altura (cm)		Acamamento (%)		Espigamento (dias)	
	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021
CPAC MUSA	3.318,00 B ab	6.619,75 A b	37,25 A cd	33,25 B c	88,75 A a	93,75 A a	37,50 A a	50,00 A a	66,75 A bc	59,25 B c
295426	3.070,75 B bc	4.983,25 A e	35,37 A d	35,50 A b	82,50 B a	93,75 A a	30,00 A a	42,50 A a	69,00 A ab	61,00 B c
299555	2.998,00 B c	7.880,75 A a	38,62 A c	36,62 B b	88,75 A a	88,75 A a	82,50 A a	23,75 B a	69,25 A a	68,00 A a
295396	2.366,75 B d	5.632,75 A d	38,50 A c	37,12 B b	72,50 B b	93,75 A a	100,00 A a	56,25 A a	65,50 A c	65,00 A b
295400	3.054,75 B c	6.592,25 A b	43,00 A b	39,75 B a	83,75 B a	93,75 A a	55,00 A a	20,00 A a	68,25 A ab	64,00 B b
295442	3.539,50 B a	6.337,50 A c	51,62 A a	41,25 B a	87,50 A a	92,50 A a	25,00 B a	92,50 A a	68,25 A ab	63,75 B b

¹ Médias seguidas por letras diferentes, maiúscula na linha e minúscula na coluna, dentro de cada característica avaliada, diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Houve uma grande variação nas médias no ano de 2020 no PMS (Tabela 4), sendo que o menor valor foi de 35,37g, apresentado pelo genótipo 295426, e o maior valor foi de 51,62g, apresentado pelo genótipo 295442. Já no ano de 2021 o menor valor apresentado foi de 33,25g, do genótipo CPAC MUSA, e o maior valor foi de 41,25g, também do genótipo 295442, mostrando que, no geral, este genótipo possui sementes maiores que os demais genótipos avaliados. A cevada nua possui sementes reconhecidamente menores que os genótipos de cevada tradicionais, chegando a apresentar peso de mil sementes inferiores a 30g (DJELEL *et al.*, 2020), característica associada à falta da casca (pálea e lema) aderida ao grão (CHOO *et al.*, 2001).

Segundo Brasil (2009), a avaliação do peso de mil sementes (PMS) é utilizada para se determinar a densidade de semeadura, além do número de sementes a ser colocado em uma embalagem e para se determinar o peso de trabalho para a análise de pureza de um determinado lote de sementes, sendo uma informação que dá ideia do tamanho das sementes, bem como do estado de maturidade das mesmas e sua sanidade.

Assim como na característica de rendimento, o valor de herdabilidade obtido neste trabalho (tabela 3) na avaliação do PMS foi alto (99,46%), semelhante aos valores obtidos por Amabile *et al.* (2015), Sayd *et al.* (2017) e Sayd *et al.* (2018), 97,32%, 97,91% e 98,75%, respectivamente. Isso indica que é possível se obter altos ganhos de seleção utilizando-se esta característica em conjunto com outras características importantes.

No caso da altura de plantas, o valor da herdabilidade encontrado foi de 73,71% (tabela 3), consideravelmente menor que os valores obtidos para Rendimento e PMS, mas ainda assim alto, podendo ser utilizada em conjunto com as demais características para obter grandes ganhos de seleção. As médias apresentadas no presente trabalho foram estatisticamente diferentes entre os anos de avaliação (Tabela 4) para três genótipos, com exceção dos valores dos genótipos CPAC MUSA (88,75% em 2020 e 93,75% em 2021), 295442 (87,5% em 2020 e 92,5% em 2021) e 299555 (88,75% em 2020 e em 2021). Estatisticamente não houve diferença entre as alturas de plantas dos genótipos no ano de 2021. Porém, em 2020, o genótipo 295396 se destacou com o valor médio de 72,5cm, estatisticamente menor que dos demais genótipos, cujas médias não se diferenciaram.

A altura das plantas é uma característica importante, pois pode estar diretamente relacionada com outras características como o grau de acamamento das mesmas (ZAGONEL & FERNANDES, 2007). A altura também pode ser influenciada pelo método de semeadura que, segundo trabalho realizado por Dias *et al.* (2011), quando realizado em linha, pode proporcionar plantas mais altas, o que se justifica pela ação combinada da maior competição

intraespecífica na linha de semeadura, por água, nutrientes (DOURADO NETO *et al.*, 2003) e luz, estimulando a dominância apical das plantas (ARGENTA *et al.*, 2001).

A característica de grau de acamamento é uma avaliação muito importante no caso da cevada, geralmente apresentando-se diretamente relacionado à qualidade dos grãos e ao rendimento dos materiais, podendo ocasionar prejuízos significativos aos agricultores (AMABILE *et al.*, 2011; MANJUNATHA *et al.*, 2007). Amabile *et al.* (2015) reportaram que esta característica é altamente afetada pela ação do ambiente, sendo avaliado visualmente com certo grau de subjetividade.

No presente estudo, o valor de herdabilidade obtido da característica de Acamamento (tabela 3) foi de 34,29%, indicando uma característica moderadamente herdável, diferentemente dos valores obtidos por Sayd *et al.* (2017) e Sayd *et al.* (2018), 99,57% e 95,6%, respectivamente. De acordo com Sturion *et al.* (1994), características que apresentam valores de herdabilidade baixos, são mais sujeitas às variações ambientais. Sendo assim, o baixo valor obtido no presente estudo, indica que pode ter havido algum fator ambiental determinante na avaliação do grau de acamamento das parcelas, como a ocorrência de ventos fortes, por exemplo.

Neste estudo os valores médios de grau de acamamento apresentados pelos genótipos não se diferenciaram estatisticamente em nenhum dos anos (Tabela 4), apesar de terem sido obtidos valores médios no ano de 2020 que variaram de 25%, apresentado pelo genótipo 295442, até 100% de acamamento, apresentado pelo genótipo 295396, o qual apresentou acamamento total em todas as repetições no referido ano.

Em trabalho realizado com trigo, Cruz *et al.* (2003) demonstraram que o grau de acamamento afetou negativamente outras características agrônômicas das plantas como o rendimento de grãos, o peso hectolítrico e o peso médio dos grãos. Porém, esses efeitos dependem muito do genótipo utilizado, da densidade de semeadura e do tempo de ocorrência do processo, sendo que perdas maiores ocorrem em genótipos que apresentam porte mais elevado e, principalmente, quando o acamamento ocorre durante o período de antese (FEDERIZZI *et al.*, 1994).

Com relação ao ciclo vegetativo da cultura, período que compreende o tempo entre a emergência e o espigamento, Mittelman *et al.* (2001) inferiram que se trata de uma característica muito importante para a avaliação da adaptação de determinado genótipo. Genótipos mais precoces são preferíveis por permitirem a sucessão das culturas de inverno com os cultivos de verão. Além disso, Bevilaqua *et al.* (2003) afirmam que as diferenças entre os ciclos dos genótipos também pode ser utilizada como estratégia pelos agricultores para

reduzir perdas por geada em trigo, sendo que genótipos com ciclo mais longo são considerados mais adequados para plantio antecipado ou de duplo propósito na região Sul do Brasil. Para a região do Cerrado, este período também se faz muito importante, tendo visto que há a necessidade de se liberar a área de cultivo o mais rapidamente possível para a sucessão com culturas de verão.

Viganó *et al.* (2011), trabalhando com cultivares de trigo, sugeriram que períodos de temperaturas menores podem favorecer a antecipação do período de espigamento, sendo a temperatura o fator climático que mais influencia o ciclo da cultura do trigo. Estes autores também citam que altos índices de precipitação durante o ciclo da cultura podem afetar negativamente o rendimento de grãos, em determinados anos, dependendo da época de ocorrência deste excesso de chuvas, afetando os genótipos de forma diferente, conforme o ciclo de cada um (WENDT *et al.*, 2004). O trabalho realizado por Viganó *et al.* (2011), ressalta ainda que podem existir grandes variações no ciclo entre a emergência e o espigamento de um mesmo genótipo de um ano para o outro, além da diferença entre épocas de semeadura e locais de instalação da cultura do trigo. Segundo estes autores, o mesmo foi verificado por Brunetta *et al.* (1997) e por Felício *et al.* (2006).

O valor de herdabilidade encontrado para Espigamento foi de 93,71% (Tabela 3), considerado alto, corroborando com trabalhos realizados por outros autores como Sayd *et al.* (2018), Monteiro *et al.* (2018), Sayd *et al.* (2017) e Marquez-Cedillo *et al.* (2001). As médias obtidas para essa característica se diferenciaram, sendo que no ano de 2020 variaram de 69,25 dias, do genótipo 299555, até 65,5 dias, do genótipo 295396, e no ano de 2021 variaram de 68 dias, do genótipo 299555, a 59,25 dias, do genótipo CPAC MUSA, em média (Tabela 4). Tais resultados mostram que o genótipo 299555 apresentou os maiores valores médios de dias entre a emergência das plântulas e o espigamento, o que o caracteriza como o genótipo mais tardio entre os avaliados.

A partir dos dados de campo, foram realizadas as análises de correlação entre as características avaliadas, utilizando-se o programa R, versão 4.3.0 (R PROJECT, 2022), resultando no correlograma apresentado na Figura 1.

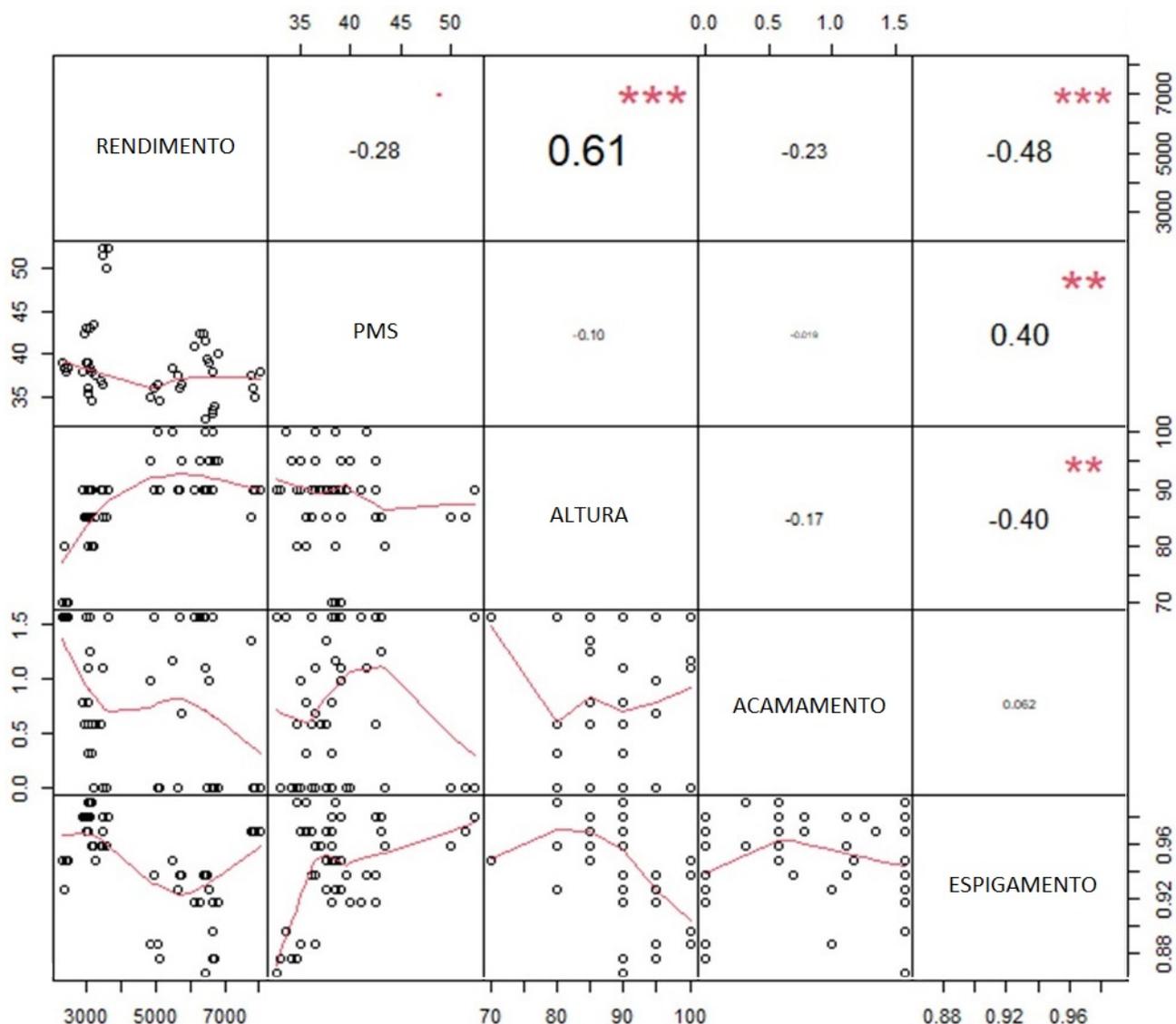


Figura 1. Correlograma das características rendimento estimado de grãos (Rendimento), peso de mil sementes (PMS), altura de plantas (Altura), grau de acamamento (Acamamento) e ciclo até o espigamento (Espigamento), de 6 acessos de cevada nua avaliados no campo do Centro de Inovação em Genética Vegetal (Fazenda Sucupira) da Embrapa Cerrados, Riacho Fundo II (DF), nos anos de 2020 e 2021.

O maior valor apresentado no gráfico foi da correlação entre os caracteres Rendimento e Altura, 0,61, demonstrando uma correlação forte entre eles, e seu sinal positivo indica que quando um aumenta o outro também aumenta, e vice-versa. Além disso, o gráfico mostra que este valor foi significativo a 1% de probabilidade, sendo averiguado pela presença de três asteriscos junto ao valor da correlação. O mesmo ocorre entre os caracteres PMS e Espigamento, com correlação de 0,40 com sinal positivo, também significativo a 1% de probabilidade, considerada uma correlação média. A correlação entre Acamamento e Espigamento também demonstrou valor positivo, sendo de 0,062. Porém, neste caso, o valor

da correlação não foi significativo, além de ser um valor muito baixo, o que indica uma correlação muito fraca entre estas características (CALLEGARI-JACQUES, 2003).

As demais correlações apresentaram valores negativos. Isso significa que, quando o valor de um caráter aumenta, o valor do outro tende a diminuir, e vice-versa. Neste caso, as correlações do Espigamento com Rendimento e com Altura apresentaram-se com valores significativos a 1% de probabilidade, -0,48 e -0,40, respectivamente, sendo consideradas correlações médias. Já a correlação de Rendimento com PMS, apresentou valor significativo a 5% de probabilidade (-0,28), apesar de ser considerada uma correlação fraca (CALLEGARI-JACQUES, 2003). As correlações mais fracas, com valores negativos, foram obtidas na relação entre PMS e Altura (-0,10), entre Altura e Acamamento (-0,17) e entre PMS e Acamamento (-0,019), sendo esta a menor entre as correlações negativas.

O valor de correlação negativa alta entre o Rendimento e Espigamento evidencia que genótipos mais precoces foram mais produtivos, sugerindo que a utilização destes genótipos, dentre os estudados neste trabalho, poderia resultar em cultivares mais produtivas para utilização nos sistemas de produção do Cerrado (RUTGER *et al.*, 1967). Com relação ao resultado da correlação entre o Espigamento e a Altura, também se mostrou com resultado negativo alto, significando que genótipos mais altos possuem menor ciclo até o espigamento, ou seja, os genótipos mais altos apresentaram-se mais precoces.

Pode-se observar por estes dados que os genótipos que se apresentaram mais tardios resultaram grãos com PMS mais alto, ou seja, com sementes maiores. Além disso, genótipos com maior rendimento de grãos apresentaram menores valores de PMS, resultando em grãos menores. Já com relação ao grau de Acamamento, os resultados mostram que quando este é alto o rendimento de grãos é baixo, o que já era de se esperar, tendo visto que o alto grau de acamamento prejudica muito o serviço de colheita, o que diminui o rendimento de grãos da cultura.

6. CONCLUSÕES

Genótipos mais precoces obtiveram maiores valores de rendimento de grão, bem como maior altura de plantas.

O genótipo 295400 apresentou valores promissores como alto rendimento de grãos, alto valor de PMS, baixa porcentagem de acamamento e ciclo médio. Já o genótipo 299555 se destacou negativamente por ser o material mais tardio nos dois anos de avaliação.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMABILE, R. F.; FALEIRO, F. G.; CAPETIINI, F.; PEIXOTO, J. R.; SAUD, R. Estimation of genetic parameters, phenotypic, genotypic and environmental correlations on barley (*Hordeum vulgare* L.) grown under irrigation conditions in the Brazilian savanna. **Interciencia**. v. 40, n. 4, p. 255-262, 2015.

AMABILE, R. F.; MINELLA, E.; MONTEIRO, V. A.; CAPETTINI, F.; SAYD, R. M.; RIBERIRO JUNIOR, W. Q.; GUEDES, K. B. Avaliação de materiais genéticos exóticos de cevada no bioma Cerrado irrigado. *In: ANAIS DA XXVIII REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA EM CEVADA*, Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária, Embrapa Trigo, 2011, 1 Cd-Rom.

AMABILE, R. F.; MINELLA, E.; OLIVEIRA, M. de O.; FRONZA, V. Cevada (*Hordeum vulgare* L.). *In: PAULA JÚNIOR, T. J. de; VENZON, M. (Ed.). 101 culturas: manual de tecnologias agrícolas*. 1. ed., Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, p. 263-268, 2007.

ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; SANGOI, L. Arranjo de plantas em milho: análise do estado-da-arte. **Ciência Rural**. v. 31, n. 6, p. 1075-1084, 2001.

ASSEFA, A.; LABUSCHAGNE, M. T. Genetic analysis of agronomic traits in barley (*Hordeum vulgare* L.) landrace lines under drained and waterlogged conditions. **Ethiopian Journal of Crop Science**. v. 4, n. 1, p. 15-29, 2015.

BEVILAQUA, G. P.; LINHARES, A. G.; SOUSA, C. N. A. Caracterização de genótipos de trigo do bloco de cruzamento da Embrapa Trigo, RS, Brasil. **Ciência Rural**. v. 33, n. 5, p. 789-797, 2003.

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

BRUNETTA, D.; DOTTO, S. R.; FRANCO, F. A.; BASSOI, M. C. Cultivares de trigo no Paraná: rendimento, características agronômicas e qualidade industrial. **Circular Técnica n. 18**. Embrapa Soja, 48p., 1997.

CALLEGARI-JACQUES, S. M. **Bioestatística: princípios e aplicações**. Artmed, 255p., 2003.

CARPENTIERI-PIPOLO, V.; MINELLA, E.; VARESCHI, L. J. L.; GROSSMANN, M. V. E. **Melhoramento de Cevada nua com elevados níveis de β -glucana e seus benefícios na redução do colesterol**. Embrapa Trigo, Documentos Online n. 191, 22p., 2021.

CARVALHO, F. I. F.; LORENCETTI, C.; BENIN, G. **Estimativas e implicações da correlação no melhoramento vegetal**. Universidade Federal de Pelotas, 142p., 2004.

CECCARELLI, S.; GRANDO, S. Importance of specific adaptation in breeding for marginal conditions. *In*: HAILU G.; VAN LEUR, J. **Barley Research in Ethiopia: past work and future prospects**. Proceedings of the first barley research review workshop, International Center for Agricultural Research in the Dry Areas, p. 34-58, 1996.

CHOO, T. M.; HO, K. M.; MARTIN, R. A. Genetic analysis of a hulless x covered cross of barley using doubled-haploid lines. **Crop Science**. v. 41, p. 1021-1026, 2001.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3. ed., Universidade Federal de Viçosa, v. 1, 480p., 2004.

CRUZ, C. D.; CARVALHO, S. P.; VENCOVSK, Y. R. Estudos sobre divergência genética: II. Eficiência da predição do comportamento de híbridos com base na divergência de progenitores. **Revista Ceres**. v. 41, n. 234, p. 183-190, 1994.

CRUZ, P. J.; CARVALHO, F. I. F. de; SILVA, S. A.; KUREK, A. J.; BARBIERI, R. L.; CARGNIN, A. Influência do acamamento sobre o rendimento de grãos e outros caracteres em trigo. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 9, n. 1, p. 05-08, 2003.

CUI, Z.; CARTER, T. E.; BURTON, J. W.; WELLS, R. Phenotypic diversity of modern Chinese and North American soybean cultivars. **Crop Science**, v. 41, p. 1654-1967, 2001.

DIAS, A. R.; KAPPES, C.; SCHIEBELBEIN, L. M.; ANSELMO, J. L.; HOLANDA, H. V. Desempenho agrônômico da cevada em função de métodos e densidades de semeadura. **Cultura Agrônômica**. v. 20, n. 02, p. 81-92, 2011.

DJELEL, R.; NABIHA, B.; NOUREDDINE, Z. Agronomic traits and yield performance variation in hulled and naked barley (*Hordeum vulgare* L.) varieties for adaptation in east Algeria. **Indian Journal of Agricultural Research**. v. 54, n. 6, p. 745-750, 2020.

DOURADO NETO, D.; PALHARES, M.; VIEIRA, P. A.; MANFRON, P. A.; MEDEIROS, S. L. P.; ROMANO, M. R. Efeito da população de plantas e do espaçamento sobre a produtividade de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**. v. 2, n. 3, p. 63-77, 2003.

FABRES, Y. D.; AIRES, J. P. da S.; DUBAL, I. T. P.; TROYJACK, C.; AUMONDE, T. Z.; PEDO, T. Rendimento de sementes de cevada produzidas sob diferentes densidades populacionais. **XXV Congresso de iniciação científica**, Universidade Federal de Pelotas, 4p., 2016.

FEDERIZZI, L. C.; FANTINI, A. C.; CARVALHO, F. I. F. Efeito do acamamento artificial em alguns genótipos de trigo de porte alto e baixo. **Ciência Rural**, v. 24, n. 3, p. 465-469, 1994.

FELÍCIO, J. C.; CAMARGO, C. E. O.; PEREIRA, J. C. V. N. A.; GERMANI, R.; GALLO, P. B.; CASTRO, J. L.; FERREIRA FILHO, A. W. P. Potencial de rendimento de grãos e outras características agrônômicas e tecnológicas de novos genótipos de trigo. **Bragantia**. v. 65, n. 2, p. 227-243, 2006.

GOOVAERTS, P. **Geostatistics for natural resources evaluation**. Oxford University Press, 483p., 1997.

HADDAD, M. L.; VENDRAMIM, J. D. Comparação de porcentagens observadas em casos extremos de 0 a 100%. Comunicação Científica. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 29, n. 4, p. 835-837, 2000.

HARLAN, J. R. On the origin of barley. *In*: UNITED STATES OF AMERICA. **Barley: origin, botany, culture, winter hardiness, genetics, utilization, pests**. United States Department of Agriculture, 9-31p., 1979.

JESUS, P. F. C. **Manual Prático Microsoft Excel 2007**. 2008. Disponível em: http://glu.fcfrp.usp.br/~tulio/materiais/office/Excel_2007.pdf. Acesso em: mai/2023.

KEMPTHORNE, O. **An introduction to genetic statistics**. John Wiley & Sons, 545p., 1966.

KOCH JR., G. S.; LINK, R. F. **Statistical analysis of geological data**. Dover Publications, v. 1, 375p., 1970.

LAKEW, B.; SEMEANE, Y.; ALEMAYEHU, F.; GEBRE, H.; GRANDO, S.; VAN LEUR, J. A. G.; CECCARELI, S. Exploiting the diversity of barley landraces in Ethiopia. **Genetic Resources and Crop Evolution**. v. 44, ed. 2, p. 109-116, 1997.

MANJUNATHA, T.; BISHT, I. S.; BHAT, K. V.; SINGH, B. P. Genetic diversity in barley (*Hordeum vulgare* L. ssp. *vulgare*) landraces from Uttaranchal Himalaya of India. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v. 54, p. 55-65, 2007.

MARQUEZ-CEDILLO, L. A.; HAYES, P. M.; KLEINHOF, A.; LEGGE, W. G.; ROSSNAGEL, B. G.; SATO, K.; ULLRICH, S. E.; WESENBERG, D. M. QTL analysis of agronomic traits in barley based on the doubled haploid progeny of two elite North American cultivars representing different germplasm groups. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 103, n. 4, p. 625-637, 2001.

MELO, W. M. C.; VON PINHO, R. G.; FERREIRA, D. F. Capacidade combinatória e divergência genética em híbridos comerciais de milho. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 25, n. 4, p. 821-830, 2001.

MITTELMANN, A.; CARVALHO, F. I. F. de; BARBOSA NETO, J. F.; AMARAL, A. L. do; PANDINI, F. Herdabilidade para os caracteres ciclo vegetative e estatura de planta em aveia. **Ciência Rural**. v. 31, n. 6, p. 999-1002, 2001.

MONTEIRO, V. A.; AMABILE, R. F.; SPEHAR, C. R.; FALEIRO, F. G.; VIEIRA, E. A., PEIXOTO, J. R.; RIBEIRO JUNIOR, W. Q.; MONTALVÃO, A. P. L. Genetic parameters and morpho-agronomic characterization of barley working collection in the Brazilian Savannah. **Journal of the Institute of Brewing**, v. 124, n. 2, p. 121-131, 2018.

MORAIS, L. A. S. Influência dos fatores abióticos na composição química dos oleos essenciais. **Horticultura Brasileira**. v. 27, n. 2, p. 4050-4063, 2009.

MUEHLBAUER, F. J.; KAISER, W. J.; CLEMENT, S. L.; SUMMERFIELD, R. J. Production and breeding of lentil. **Advances in Agronomy**, Academic Press, v. 54, p. 283-332, 1995.

PUTTI, F. F.; SILVA, A. L. C. da; GABRIEL FILHO, L. R. A. **Tecnologias em agricultura sustentável**. 1. ed., Associação Amigos da Natureza da Alta Paulista, 390p., 2017.

R PROJECT. **The R project for statistical computing**. Ambiente de software livre para computação estatística e gráficos. Última atualização 31/10/2022. Disponível em: <https://www.r-project.org/> Acesso em: fev/2023.

RAMOS, S. R. R.; QUEIROZ, M. A. Caracterização morfológica: experiência do BAG de cucurbitáceas da Embrapa Semiárido, com acessos de abóbora e moranga. **Horticultura Brasileira**, v. 17, p. 9-12. 1999.

ROTILI, E. A.; AFFÉRI, F. S.; PELUZIO, J. M.; PIMENTA, R. S.; CARVALHO, E. V. de. Importância das características morfológicas e agrônômicas no estudo da biodiversidade genética em milho. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. v. 10, n. 5, p. 59-65, 2015.

RUTGER, J. N.; SCHALLER, C. W.; DICKSON, A. D. Variation and covariation in agronomic and malting quality characters in barley. II. Interrelationship of characters. **Crop Science**. v. 7, p. 325-326, 1967.

SAYD, R. M.; AMABILE, R. F.; FALEIRO, F. G.; BRIGE, F. A. A.; MELO, J. V. P. Molecular and agronomic genetic diversity between barley genotypes under irrigation in the Brazilian Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 57, e02731, 2022.

SAYD, R. M.; AMABILE, R. F.; FALEIRO, F. G.; MONTALVÃO, A. P. L.; BRIGE, F. A. A.; DELVICO, F. M. dos S.; SALA, P. I. L. Genetic parameters and agronomic characterization of hulless barley accessions under irrigation in the savanna. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 13, n. 3, e5567, 2018.

SAYD, R. M.; AMABILE, R. F.; FALEIRO, F. G.; MONTALVÃO, A. P. L.; COELHO, M. C. Agronomic characterization of high-yielding irrigated barley accessions in the Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 52, n. 2, p. 84-94, fev. 2017.

SHAVETA, H. K.; KAUR, S. Hulless barley: A new era of research for food purposes. **Journal of Cereal Research**, 11(2), p. 114-124, 2019.

SILVA, E. P. da; CUNHA, G. R. da; PIRES, J. L. F.; DALMAGO, G. A.; PASINATO, A. Fatores abióticos envolvidos na tolerância de trigo à geada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 43, n. 10, p. 1257-1265, 2008.

SILVA, T. R. G. da; COSTA, M. L. A. da; FARIAS, L. R. A.; SANTOS, M. A. dos; ROCHA, J. J. L.; SILVA, J. V. Fatores abióticos no crescimento e florescimento das plantas. **Research, Society and Development**. v. 10, n. 4, e19710413817, 2021.

STURION, J. A.; RESENDE, M. D. V. de; CARPANEZZI, A. A.; ZANON, A. Variação genética e seleção para características de crescimento em teste de prole de *Mimosa scabrella* Var. *aspericarpa*. **Boletim de Pesquisa Florestal**. Embrapa Florestas, n. 28/29, p. 73-83, 1994.

VIEIRA, S. ANOVA: transformação de variáveis. **Blogspot**. 2017. Disponível em: <http://soniavieira.blogspot.com/2017/02/anovatransformacao-de-variaveis.html>. Acesso em fev/2023.

VIGANÓ, J.; BRACCHINI, A. de L. e; SCAPIM, C. A.; FRANCO, F. de A.; SCHUSTER, I.; MOTERLE, L. M.; TEXEIRA, L. R.; ROCHA, R. da. Efeito de anos e épocas de semeadura sobre o desempenho agronômico e rendimento de cultivares de trigo em Palotina, PR. **Biosciense Journal**. v. 27, n. 2, p. 259-270, 2011.

WENDT, W.; CAETANO, V. R.; BRANÇÃO, N. Rendimento de grãos e algumas características agronômicas de cultivares de trigo avaliadas na região de Pelotas-RS, em 2003. **Comunicado Técnico n. 107**. Embrapa Clima Temperado, 3p., 2004.

YOKOMIZO, G. K.; FARIAS NETO, J. T. Caracterização fenotípica e genotípica de progenies de pupunheira para palmito. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 1, p. 67-72, 2003.

ZAGONEL, J.; FERNANDES, E. C. Doses e épocas de aplicação de redutor de crescimento afetando cultivares de trigo em duas doses de nitrogênio. **Planta Daninha**. v. 25, n. 2, p. 331-339, 2007.

CAPÍTULO II

**QUALIDADE DE SEMENTES DE GENÓTIPOS DE CEVADA (*Hordeum vulgare* L.)
SOB DIFERENTES FORMAS DE COLHEITA E DE ARMAZENAMENTO**

**SEED QUALITY OF BARLEY GENOTYPES (*Hordeum vulgare* L.) UNDER
DIFFERENT HARVESTING AND STORAGE METHODS**

QUALIDADE DE SEMENTES DE GENÓTIPOS DE CEVADA (*Hordeum vulgare* L.) SOB DIFERENTES FORMAS DE COLHEITA E DE ARMAZENAMENTO

1. RESUMO

A semente é o principal produto na instalação de uma lavoura para produção de grãos, e sofre grande influência das operações realizadas, tanto em campo, quanto no pós-colheita, que podem ocasionar quebra, descascamento, rachaduras, ataque de pragas e doenças pós-colheita e, conseqüentemente, a queda da qualidade fisiológica das sementes durante o processo de armazenamento. Objetivou-se com este trabalho, avaliar os efeitos de diferentes sistemas de colheita e formas de armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de cevada. Os materiais foram colhidos em setembro de 2021, no Centro de Inovação em Genética Vegetal da Embrapa Cerrados, no Distrito Federal, onde foram limpos e armazenados. Para avaliação da qualidade das sementes foram realizadas cinco avaliações: teste padrão de germinação; teste de envelhecimento acelerado; teste de condutividade elétrica; medição do teor de água; e teste de emergência em campo. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância conjunta e as médias agrupadas entre si pelo teste de Tukey. Foram detectadas diferenças significativas a 1% de probabilidade pelo teste F entre os genótipos para todos os testes realizados, mostrando que houve variabilidade genética entre eles, bem como entre os períodos de avaliação e na interação entre os tratamentos e os períodos. Foi observada alta herdabilidade para todos os testes, possibilitando grandes ganhos genéticos com a utilização destes testes na determinação da qualidade de sementes na avaliação de genótipos desenvolvidos em um programa de melhoramento de cevada. O genótipo CPAC Musa, de cevada nua, destacou-se com menores taxas de germinação no teste padrão de germinação e no envelhecimento acelerado, além de menores taxas de emergência em campo quando colhido de forma mecânica, devido, possivelmente, a maiores efeitos danoso deste método às sementes. Este genótipo apresentou maior teor de água que os demais em todos os períodos de avaliação quando submetido à colheita mecanizada e armazenamento em armazém não climatizado. Os testes de germinação e emergência em campo apresentaram correlação positiva forte, enquanto os testes de condutividade elétrica e teor de água apresentaram correlação negativa moderada a 1% de significância. Os genótipos de cevada tradicionais apresentaram maiores valores de condutividade elétrica que o genótipo de cevada nua. O armazenamento em câmara fria mostrou-se mais eficiente na manutenção da qualidade

das sementes de cevada nua que o armazenamento em armazém não climatizado, enquanto a colheita mecanizada apresentou-se menos eficiente para tal.

Palavras-chave: Cevada nua, melhoramento de plantas, tecnologia de sementes.

SEED QUALITY OF BARLEY GENOTYPES (*Hordeum vulgare* L.) UNDER DIFFERENT HARVESTING AND STORAGE METHODS

2. ABSTRACT

The seed is the main product in the installation of a crop for grain production, and suffers great influence of the operations carried out, both in the field and in the post-harvest, which can cause breakage, peeling, cracking, attack of pests and post-harvest diseases and, consequently, the fall of the physiological quality of the seeds during the storage process. The objective of this work was to evaluate the effects of different harvesting systems and storage methods on the physiological quality of barley seeds. The materials were harvested in September 2021, at the Center for Innovation in Plant Genetics of Embrapa Cerrados, in the Federal District, where they were cleaned and stored. To evaluate the quality of the seeds, five evaluations were carried out: standard germination test; accelerated aging test; electrical conductivity test; water content measurement; and field emergence test. The data obtained were submitted to joint analysis of variance and the means were grouped by Tukey's test. Significant differences were detected at 1% probability by the F test among the genotypes for all tests performed, showing that there was genetic variability among them, as well as among the evaluation periods and in the interaction between treatments and periods. High heritability was observed for all tests, allowing great genetic gains with the use of these tests in the determination of seed quality in the evaluation of genotypes developed in a barley improvement program. The CPAC Musa genotype, of hulless barley, stood out with lower germination rates in the standard germination test and in accelerated aging, in addition to lower emergence rates in the field when harvested mechanically, possibly due to greater damaging effects of this method to the seeds. This genotype presented higher water content than the others in all evaluation periods when subjected to mechanized harvesting and storage in non-acclimatized warehouse. The germination and field emergence tests showed a strong positive correlation, while the electrical conductivity and water content tests showed a moderate negative correlation at 1% significance level. The traditional barley genotypes showed higher electrical conductivity values than the hulless barley genotype. Cold storage was more efficient in maintaining the quality of hulless barley seeds than storage in non-acclimatized warehouse, while mechanized harvesting was less efficient for this purpose.

Palavras-chave: Hulless barley, breeding plants, seeds technology.

3. INTRODUÇÃO

As plantas que possuem sistema reprodutivo via sexual, cerca de 70% das espécies vegetais descritas pelo homem, iniciam e finalizam seu ciclo de vida através da produção de sementes. Elas são responsáveis pela perpetuação e pela disseminação das espécies que representam, sendo capazes de distribuir a germinação através do tempo, pelos seus diferentes mecanismos de dormência, e distribuindo-se também dentro do espaço que habitam, através de seus diferentes modos de dispersão (SILVA *et al.*, 2014).

O controle da qualidade da semente é um dos principais fatores responsáveis pelo sucesso da lavoura. Se as sementes possuem qualidade elevada, isso maximizará a ação dos insumos utilizados e de todos os fatores de produção (MACIEL & TUNES, 2021). Porém, deve-se lembrar que a qualidade da semente também sofre influência de outros fatores, como as condições climáticas e os processos de colheita, armazenagem e transporte (CRUZ *et al.*, 2010). A partir do ponto de maturidade fisiológica, as sementes estão sujeitas a uma série de mudanças degenerativas de origem fisiológica, bioquímica e física. Essas mudanças caracterizam o processo de deterioração, que está associado à redução de vigor e à perda da capacidade germinativa das sementes. Este processo de deterioração é progressivo, sabendo-se que existe uma série de eventos, após a maturidade fisiológica das sementes, antes da perda completa da sua viabilidade (FIGUEIREDO NETO *et al.*, 2014).

A colheita é a primeira operação executada após as sementes atingirem a maturação fisiológica. Esta operação deve ser bem executada, com o intuito de reduzir as perdas por danos mecânicos e por contaminação com outras espécies, para que as sementes mantenham as características do genótipo trabalhado e possam multiplicar a genética deste. Segundo Marcondes *et al.* (2010), uma operação de colheita de baixa qualidade pode acarretar perdas qualitativas e quantitativas significativas economicamente.

O armazenamento inicia quando as sementes atingem a maturidade fisiológica, antes de serem colhidas, e finaliza quando as sementes estão prontas para serem semeadas, e seu principal objetivo é manter a qualidade das sementes, reduzindo ao máximo sua deterioração (SOUSA *et al.*, 2014). Porém, o armazenamento sozinho não garante a qualidade das sementes. Para que possa atingir seu objetivo, ele depende de uma boa execução de todas as operações anteriores, como forma de manter a qualidade das sementes produzidas e a propagação das características genéticas da cultura para as gerações seguintes.

A semente da cevada é composta de três partes: casca, embrião e endosperma, sendo que a casca é formada pela palha, e sua membrana externa exerce função de proteção à

semente, delimitando a mesma. Trata-se de uma cariópside vestida, com a casca fortemente aderida ao pericarpo, formadas pela lema e a pálea (WRIGLEY & BATEY, 1995). A cevada nua se difere da cevada tradicional por ter uma característica genética que permite a remoção da casca com maior facilidade, pois esta não se encontra aderida ao grão, enquanto na cevada tradicional o grão possui sua cariopse coberta, onde a casca encontra-se fortemente aderida ao grão (CARPENTIERI-PIPOLO *et al.*, 2021).

Essa característica da cevada nua de não possuir a casca aderida ao grão, pode conferir uma menor proteção às sementes quando comparada a sementes de cultivares de cevada tradicionais, acarretando uma menor proteção da semente e maiores níveis de danos mecânicos, o que pode ocasionar uma diminuição do período de armazenamento e, conseqüentemente, do vigor e do potencial de germinação das sementes em campo para formação da lavoura.

Objetivou-se, com esse trabalho, avaliar os efeitos de diferentes sistemas de colheita e formas de armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de cevada, com o decorrer do tempo em que as mesmas ficam armazenadas entre a colheita e o plantio na safra subsequente.

4. MATERIAL E MÉTODOS

Para determinar a qualidade das sementes em armazenamento após a colheita, foram avaliados dois métodos de colheita, manual e mecanizado, e dois métodos de armazenamento, em armazém não climatizado e câmara fria. Foram avaliados seis genótipos de cevada, sendo cinco cultivares de cevada tradicional (BRS 180, BRS 195, BRS Savanna, BRS Deméter e BRS Sampa), já lançadas pela Embrapa para utilização no Cerrado, e um genótipo de cevada nua (CPAC Musa) do programa de melhoramento de cevada da Embrapa.

O material utilizado foi colhido no Centro de Inovação em Genética Vegetal da Embrapa Cerrados, localizado no Riacho Fundo II, Distrito Federal, em setembro de 2021, retirados de parcelas de um experimento de caracterização agrônômica, as quais eram compostas de cinco linhas com três metros de comprimento, espaçadas de 25 cm. Os genótipos foram colhidos de duas formas, realizadas no mesmo dia. A primeira foi a colheita manual, realizada com o auxílio de um cutelo, cortando-se a plantas inteiras, na área útil das parcelas do experimento de campo, ou seja, três linhas de 2,5 m com espaçamento de 0,25 m (área útil de 1,87 m²), armazenando o material colhido em sacos de ráfia. Em seguida, os genótipos foram beneficiados de forma tradicional, realizando-se sua debulha ainda dentro do saco de ráfia com a utilização de um pedaço de madeira para bater as plantas. Os genótipos

foram peneirados para separação da palha e dos grãos, e divididos em dois sacos de papel multifoliado para armazenamento de sementes com capacidade para 5 kg, sendo um saco destinado ao armazenamento em armazém não climatizado e o outro ao armazenamento em câmara fria.

A segunda forma de colheita foi a mecanizada, utilizando-se uma colheitadeira de parcelas para pesquisa da marca Wintersteiger do tipo clássica. A colheita foi realizada em área total da parcela de campo, ou seja, cinco linhas de três metros, com espaçamento de 0,25 m (área de 3,75 m²), sendo o material peneirado para separação final das sementes de restos de plantas que ainda permaneceram no volume colhido. Os genótipos foram armazenados em sacos de papel multifoliado para armazenamento de sementes com capacidade para 5 kg, sendo um saco destinado ao armazenamento em armazém não climatizado e o outro ao armazenamento em câmara fria.

Os genótipos foram armazenados em dois ambientes. O primeiro foi um armazém não climatizado para armazenamento de sementes, sendo este coberto com telhas de alumínio, com pé-direito de aproximadamente 10 metros. Este armazém possui entradas de ar nas laterais como forma de mantê-lo em temperatura ambiente, sendo seus portões abertos durante o dia para entrada de ventilação. O segundo ambiente foi uma câmara de armazenamento de sementes a frio. Sendo esta mantida a uma temperatura de aproximadamente 15°C, sob umidade relativa controlada de cerca de 40%.

Desta forma, o experimento foi constituído de seis cultivares (BRS 180, BRS 195, BRS Deméter, BRS Sampa, BRS Savanna e CPAC Musa), divididas em duas formas de colheita (manual e mecanizada) e duas formas de armazenamento (armazém e câmara fria). Assim, como forma de facilitar a execução das análises, essa junção das fontes de variação foram enumeradas em 24 tratamentos, conforme apresentado na tabela 5.

Tabela 5. Descrição dos tratamentos utilizados nas avaliações de teste padrão de germinação (TPG), envelhecimento acelerado (EA), emergência em campo (EM), teor de água das sementes (TA) e condutividade elétrica (CE), com relação ao genótipo, à forma de colheita e à forma de armazenamento das sementes.

TRATAMENTOS	GENÓTIPOS	FORMA DE COLHEITA	FORMA DE ARMAZENAMENTO
T1	CPAC MUSA	MANUAL	ARMAZÉM
T2	CPAC MUSA	MECANIZADA	ARMAZÉM
T3	CPAC MUSA	MANUAL	CÂMARA FRIA
T4	CPAC MUSA	MECANIZADA	CÂMARA FRIA
T5	BRS 180	MANUAL	ARMAZÉM
T6	BRS 180	MECANIZADA	ARMAZÉM
T7	BRS 180	MANUAL	CÂMARA FRIA
T8	BRS 180	MECANIZADA	CÂMARA FRIA
T9	BRS 195	MANUAL	ARMAZÉM
T10	BRS 195	MECANIZADA	ARMAZÉM
T11	BRS 195	MANUAL	CÂMARA FRIA
T12	BRS 195	MECANIZADA	CÂMARA FRIA
T13	BRS DEMÉTER	MANUAL	ARMAZÉM
T14	BRS DEMÉTER	MECANIZADA	ARMAZÉM
T15	BRS DEMÉTER	MANUAL	CÂMARA FRIA
T16	BRS DEMÉTER	MECANIZADA	CÂMARA FRIA
T17	BRS SAMPA	MANUAL	ARMAZÉM
T18	BRS SAMPA	MECANIZADA	ARMAZÉM
T19	BRS SAMPA	MANUAL	CÂMARA FRIA
T20	BRS SAMPA	MECANIZADA	CÂMARA FRIA
T21	BRS SAVANNA	MANUAL	ARMAZÉM
T22	BRS SAVANNA	MECANIZADA	ARMAZÉM
T23	BRS SAVANNA	MANUAL	CÂMARA FRIA
T24	BRS SAVANNA	MECANIZADA	CÂMARA FRIA

Os genótipos foram submetidos a análises laboratoriais para avaliação da qualidade das sementes durante o período de armazenamento, compreendido entre a colheita e o plantio na safra de inverno subsequente, ou seja, entre os meses de setembro e maio. Foram realizadas cinco análises nos genótipos para avaliação da qualidade das sementes, sendo elas:

Teste Padrão de Germinação (TPG); Envelhecimento Acelerado (EA); Condutividade Elétrica (CE); Emergência em Campo (EM); e Teor de Água (TA). As avaliações foram realizadas em cinco períodos, sendo o primeiro logo após a colheita, o segundo com cerca de 30 dias de armazenamento, e os demais a cada 45 dias após a avaliação anterior, totalizando aproximadamente 165 dias de avaliação. Houve algumas variações entre os períodos de avaliação dos experimentos devido à necessidade de adequação da execução nas atividades que já vinham sendo desenvolvidas no laboratório, e pela necessidade de se realizar as leituras das análises em período específico após a instalação das mesmas. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições, em esquema fatorial duplo (5x24), sendo 5 períodos de avaliação por 24 tratamentos.

Conforme exposto na Tabela 5, com a tabulação dos dados e a obtenção das médias das avaliações, encontrou-se, com o auxílio do programa Microsoft Excel (JESUS, 2008), os gráficos de comparação das médias para as características forma de colheita e forma de armazenamento, tomadas duas a duas, cujos resultados são apresentados graficamente nas figuras de 2 a 21.

O primeiro teste realizado foi o Teste Padrão de Germinação (TPG), executado no Laboratório de Sementes da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, segundo as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Para esta análise foram utilizadas folhas de papel para germinação de sementes de 28 cm x 38 cm, 65 g, pelo método de rolo de papel. As folhas de papel foram separadas em conjuntos de três para cada repetição, molhadas com água destilada, na proporção de 250 mL de água para cada 100 g de papel. Em seguida, foram espalhadas 50 sementes sobre as folhas de papel, mantendo-se duas folhas em baixo e cobrindo-se as sementes com a terceira folha, enrolando o conjunto em forma de cilindro. Os rolos de papel foram colocados em sacos plásticos para evitar a perda de água. O experimento constituiu-se de quatro repetições para cada tratamento. Para a germinação foi utilizada uma câmara de germinação modelo TE-402, mantendo-se os rolos de papel a aproximadamente 25°C por cinco dias, quando foram retirados para contagem da germinação, cujo resultado foi dado em porcentagem de germinação (%). Foram contadas todas as sementes germinadas, desde que apresentassem o desenvolvimento de radícula e parte aérea, pois, para a produção de malte, o importante é que se obtenha a germinação do grão, independentemente do grau de desenvolvimento da plântula.

Segundo as Regras para Análise de Sementes, estabelecidas pelo Ministério da Agricultura (BRASIL, 2009), o TPG tem por finalidade determinar qual o potencial máximo de germinação das sementes de um determinado lote, sendo utilizado para comparar a

qualidade de lotes diferentes e para estimar o valor para a semeadura no campo. Geralmente a realização desse teste em campo não traz resultados satisfatórios, pois os resultados nem sempre podem ser fielmente reproduzidos devido às variações das condições ambientais. Por conta disso, vêm sendo estudados métodos de análise em laboratório, efetuando-se o controle das condições de alguns ou de todos os fatores externos, como forma de permitir uma germinação mais rápida, regular e completa da amostra de sementes, sendo essas condições padronizadas como forma de promover a reprodução do teste e a comparação de seus resultados.

O segundo teste realizado foi o de Envelhecimento Acelerado (EA) que, segundo Vaughan (1971), é um método sensível, destinado a avaliar o grau ou o estágio de deterioração das sementes de determinado lote, sendo amplamente utilizado no controle da qualidade de sementes de diversas culturas. Trata-se de um teste de vigor que avalia a capacidade das sementes de resistirem a estresses, submetendo-se as sementes a condições adversas de temperatura e umidade relativa altas, simuladas em câmara biológica por um período determinado de tempo, e determinando-se a porcentagem de sementes viáveis pelo teste de germinação após esse período de estresse (MARCOS FILHO, 1999).

O teste de Envelhecimento Acelerado (EA) foi realizado no Laboratório de Sementes da Universidade de Brasília, utilizando-se caixas plásticas tipo gerbox (11,0 cm x 11,0 cm x 3,5 cm) como compartimento individual para cada tratamento, possuindo em seu interior uma bandeja de tela de aço inoxidável, onde as sementes foram distribuídas de maneira a formarem uma camada simples sobre a superfície da tela. No interior de cada caixa foram adicionados 40 mL de água destilada, encaixando-se a bandeja de tela dentro da caixa de forma a não haver contato entre a água e as sementes, cobrindo-se a caixa com sua tampa. Em seguida, as caixas foram mantidas em uma câmara incubadora B.O.D., modelo LUCA-161/02, a 41°C por 72 horas (AOSA, 1983; HAMPTON & TEKRONY, 1995). Após as 72 horas foi realizado o teste de germinação, utilizando-se a mesma base do Teste Padrão de Germinação, cujo resultado foi dado em porcentagem de germinação (%). Concomitantemente, foi realizada a medição do grau de umidade do Envelhecimento Acelerado, como informação complementar, efetuado pelo método de estufa a 105 °C ± 3 °C por 24 horas, utilizando-se duas subamostras de 25 sementes cada segundo as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), cujo resultado foi dado em porcentagem de água (%).

Durante a execução do teste de Envelhecimento Acelerado houve uma falha no equipamento de B.O.D. no período P1, que não permitiu uma adequada regulação da temperatura, tanto no processo de envelhecimento quanto no período de germinação das

sementes. Pelo fato de ter-se evidenciado o problema apenas durante a leitura final da germinação, por não ser possível a utilização de outro equipamento após a leitura para a reinstalação do experimento, pelo tempo necessário à execução de todo o processo que é de oito dias e pela necessidade de se executar todos os experimentos em um prazo máximo de 15 dias, para que fossem mantidos os 45 dias entre uma avaliação e outra o máximo possível, os dados do período P1 do teste de EA foram perdidos. Desta forma, diferentemente dos outros experimentos, o teste de EA resultou em apenas quatro períodos de avaliação, sendo necessária a montagem de uma análise de variância separada para a demonstração dos resultados. Este fato também impossibilitou a análise de correlação entre este experimento e os demais.

O terceiro teste realizado foi o de Condutividade Elétrica (CE) que, segundo Torres *et al.* (2009), tem como base a avaliação indireta do grau de estruturação das sementes, pela quantidade de íons lixiviados durante o período de embebição, sendo que quanto menor o resultado da condutividade, melhor será o vigor do lote de sementes, comprovando a integridade das membranas celulares. Por outro lado, quando o resultado obtiver um valor alto, comparado com outros lotes de sementes, significa que as sementes em questão encontram-se com alta taxa de deterioração ou baixo vigor (Vieira e Krzyzanowski, 1999).

O período recomendado de embebição é de 24 horas (Vieira e Krzyzanowski, 1999), mas a redução deste período pode ser vantajosa para a indústria de sementes, encurtando o período de análise. Além disso, a temperatura de embebição também influencia o teste, pois modifica a velocidade de embebição e de lixiviação dos eletrólitos presentes no interior das células para o meio externo (HAMPTON & TEKRONY, 1995). Em estudo realizado por Loeffler (1981), constatou-se que a diminuição na temperatura ocasiona o aumento na viscosidade da solução, ocorrendo um decréscimo na mobilidade de íons e levando à redução da condutividade, e que, sob altas temperaturas, ocorre o aumento da dissociação de íons, reduzindo a viscosidade da solução, o que resulta em alta condutividade.

O teste de Condutividade Elétrica (CE) foi realizado no Laboratório de Sementes da Universidade de Brasília, utilizando-se o método descrito por Vieira & Krzyzanowski (1999). Inicialmente foram separadas 50 sementes em quatro repetições para cada tratamento, acondicionando-as em copos plásticos (capacidade de 180 mL). As sementes foram pesadas em balança de precisão, com duas casas decimais, sendo estes dados anotados em uma planilha de controle. Após a pesagem adicionou-se o volume de 80 mL de água destilada em cada repetição para embebição das sementes, colocando-se os copos em câmara de germinação modelo TE-402, a 25°C por 24 horas. Após o período de embebição, os copos

foram retirados da câmara de germinação, sendo a solução agitada cuidadosamente para haver uma uniformização dos eletrólitos lixiviados na solução. Em seguida, foi realizada a medição da condutividade elétrica da solução por meio de leitura em condutivímetro, modelo CG2000. Então, para obtenção do valor da condutividade elétrica, expresso em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$, dividiu-se o valor obtido na leitura pelo peso, em gramas, das sementes pesadas antes da embebição.

O quarto teste realizado foi o de Emergência em Campo (EM), outro teste amplamente realizado para avaliar o vigor das sementes armazenadas. As variações nas condições ambientais, em virtude da disponibilidade de água, temperatura e oxigênio, exercem grande influência sobre a taxa de germinação, assim como na manifestação do potencial fisiológico das sementes. Portanto, se a semeadura for realizada em condições ambientais desfavoráveis, a emergência de plântulas normais pode ser inferior à determinada em laboratório (MARCOS FILHO, 2005). Além disso, a emergência das sementes a campo pode variar muito e é influenciada por diversos fatores como a qualidade das sementes, a profundidade de semeadura, a temperatura do solo e seus níveis de umidade e microorganismos, bem como o nível de compactação sobre as sementes (FABRIZZI *et al.*, 2005; REZENDE *et al.*, 2003).

O teste de Emergência em Campo (EM) foi realizado no Centro de Inovação em Genética Vegetal da Embrapa Cerrados, utilizando-se uma sementeira com aproximadamente 60 cm de altura, montada em uma base de concreto, constituída de terra com textura argilosa. Inicialmente foram separadas quatro repetições de 100 sementes cada, sendo semeadas em sulcos de 1 metro de comprimento com profundidade aproximada de 3 cm. A contagem da emergência das plântulas foi realizada aos 10 dias após a semeadura (DAP), sendo o resultado dado em porcentagem de emergência (%).

O quinto teste realizado foi a medição do Teor de Água (TA) das sementes, fator determinante para um bom processo de armazenamento de sementes, pois sementes armazenadas com teor de água acima de 13%, no geral, podem sofrer danos ocorridos por modificações no metabolismo celular, como o aumento da atividade respiratória e enzimática das sementes (VIEIRA & YOKOYAMA, 2000).

A medição do Teor de Água (TA) foi realizada no Centro de Inovação em Genética Vegetal da Embrapa Cerrados, utilizando-se dois equipamentos elétricos de medição de umidade, modelos G600 e G929. Inicialmente foi realizada a medição da umidade pelo método de estufa, a 105 °C por 24 horas, em uma amostra de sementes de cevada adquiridas aleatoriamente dentro dos 24 tratamentos, como forma de estabelecer um padrão de umidade para a cultura pelo método de estufa (BRASIL, 2009). Em seguida, foi retirada uma amostra de cada tratamento com a mesma metodologia, sendo realizada uma medição de umidade em

cada equipamento para determinar o padrão de ambos para a cevada. Com esses dados em mãos, iniciou-se a determinação da umidade dos tratamentos individualmente, em quatro repetições, sendo subtraída do resultado a diferença entre o padrão da medição de estufa e o padrão da medição do equipamento, determinando, assim, o teor de água de cada medição dado em porcentagem (%).

Segundo Haddad & Vendramim (2000), para ensaios cujos resultados são expressos em porcentagem, recomenda-se a transformação dos dados como forma de homogeneização da variância experimental, sendo estes dados transformados em arco seno da raiz da proporção. Esta transformação dos dados, nada mais é do que uma função de uma observação que define uma nova observação, através da aplicação de uma função matemática, para realizar uma mudança na forma da distribuição, buscando-se uma distribuição de frequência o mais simétrica possível (KOCH JR. & LINK, 1970).

No caso deste trabalho, os dados de Teste Padrão de Germinação, de germinação do Envelhecimento Acelerado, Teor de Água das sementes e de Emergência em Campo, todos expressos em porcentagem (%), precisaram ser transformados, tomando-se como base as explicações expostas por Vieira (2017), sendo transformados em $\arcsen \sqrt{\frac{x}{100}}$ onde x é o valor da leitura do teste, em porcentagem (%), para que as análises estatísticas fossem executadas.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância com auxílio do programa R, versão 4.3.0 (R PROJECT, 2022). Foi testada a significância pelo teste F ($P < 0,01$) e as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey a 1% de significância. Para a análise de variância, de cada experimento, foi considerado modelo estatístico: $Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + \epsilon_{ijk}$, onde: Y_{ij} é o valor observado na parcela que recebeu o tratamento i, no tempo j e na repetição k; μ é a média geral do experimento; A_i é o efeito do i-ésimo tratamento aplicado; B_j é o efeito do j-ésimo tempo aplicado; AB_{ij} é a interação entre o efeito do i-ésimo tratamento no j-ésimo tempo aplicados; ϵ_{ij} é o erro aleatório, efeito dos fatores não controlados na parcela que recebeu o tratamento i, no tempo j e na repetição k. Na Tabela 6, encontra-se o esquema da análise de variância desse modelo.

Tabela 6. Esquema da análise de variância fatorial de um modelo inteiramente casualizado com interação de primeira ordem, com os quadrados médios e teste F para as fontes de variação, considerando efeitos fixos de repetições, tratamentos, períodos de avaliação e interação tratamentos x períodos.

<i>FV</i>	<i>GL</i>	<i>SQ</i>	<i>QM</i>	<i>F</i>
<i>Tratamentos (T)</i>	<i>t-1</i>	<i>SQt</i>	$\frac{SQt}{GLt}$	$\frac{QMt}{QME_a}$
<i>Erro a</i>	<i>t(r-1)</i>	<i>SQtr - SQt</i>	$\frac{SQEa}{GLEa}$	
<i>Períodos (P)</i>	<i>p-1</i>	<i>SQp</i>	$\frac{SQp}{GLp}$	$\frac{QMp}{QME_b}$
<i>Interação (TxP)</i>	<i>(t-1)(p-1)</i>	<i>SQtp</i>	$\frac{SQtp}{GLtp}$	$\frac{QMtp}{QME_b}$
<i>Erro b</i>	$GL_{tot} - GLt - GLEa - GLp - GLtp - GLEb$	$SQ_{tot} - (SQt + SQEa + SQp + SQtp)$	$\frac{SQEb}{GLEb}$	
<i>Total</i>	<i>tpr-1</i>	<i>SQ_{tot}</i>		

Através dos resultados da Análise de Variância, foram obtidas as estimativas das variâncias fenotípica ao nível de média ($\hat{\sigma}_f^2$), genotípica entre os acessos ($\hat{\sigma}_g^2$) e da ambiental média ($\hat{\sigma}_e^2$), herdabilidade no sentido amplo (ha^2), os coeficientes de variação experimental (CV_e), genético (CV_g) e relativo (CV_r) e a acurácia seletiva (\hat{r}_{gg}), para cada uma das características analisadas, utilizando-se uma planilha do programa Microsoft Excel (JESUS, 2008), em que:

- Variância fenotípica entre as médias dos tratamentos

$$\hat{\sigma}_f^2 = \frac{QMt}{r}$$

- Variância ambiental

$$\hat{\sigma}_e^2 = \frac{QMEb}{r}$$

- Variância genotípica

$$\hat{\sigma}_g^2 = \frac{QMt - Q_b}{r}$$

- Herdabilidade no sentido amplo

$$ha^2 = \frac{\hat{\sigma}_g^2}{\hat{\sigma}_f^2}$$

- Coeficiente de variação experimental, onde μ = média do caráter.

$$CV_e = (100 \cdot \sqrt{QME_b}) / \mu$$

- Coeficiente de variação genético

$$CV_g = \left(100 \cdot \sqrt{\hat{\sigma}_g^2}\right) / \mu$$

- Coeficiente de variação relativo

$$CV_r = \sqrt{\frac{\hat{\sigma}_g^2}{\hat{\sigma}_e^2}}$$

- Acurácia seletiva

$$\hat{r}_{gg} = \sqrt{1 - \frac{1}{Fc}}$$

Utilizando as estimativas da variância e covariância genóticas entre os caracteres dois a dois, foi determinada a correlação genotípica, conforme Kempthorne (1966), com o auxílio do programa R, versão 4.3.0 (R PROJECT, 2022), com base no coeficiente de correlação de Pearson, apresentando-se as correlações entre os fatores na forma de correlograma, em que:

Coeficiente de correlação genotípica - $r_g = \frac{C\hat{ov}_g(X,Y)}{\sqrt{\hat{\sigma}_g^2(X) \cdot \hat{\sigma}_g^2(Y)}}$, onde:

$C\hat{ov}_g(X,Y)$ = estimador da covariância genotípica entre dois caracteres X e Y ;

$\hat{\sigma}_g^2(X)$ = estimador da variância genotípica do caráter X ;

$\hat{\sigma}_g^2(Y)$ = estimador da variância genotípica do caráter Y ;

O teste t foi empregado para testar a significância do r amostral, em que:

$t = \frac{r}{\sqrt{1-r^2}} * \sqrt{n-2}$, sendo n o número de observações. Nesse caso, testa-se a hipóteses de que a correlação seja “0”.

Quanto maior a representação do tamanho do número no correlograma, referente à correlação entre dois caracteres, maior será a correlação entre os mesmos, e, conseqüentemente, quanto menor este valor se mostra no gráfico, menor será a interação entre estes caracteres. Além disso, para a classificação das correlações, foram adotados os intervalos propostos por Carvalho *et al.* (2004), onde as intensidades são tidas como: perfeita

($|r| = 1$); fortíssima ($0,90 \leq |r| < 1$); forte ($0,60 \leq |r| < 0,90$); média ($0,30 \leq |r| < 0,60$); fraca ($0,00 < |r| < 0,30$) e nula ($r = 0$).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como mostra a análise de variância (Tabelas 7 e 8), os resultados dos valores de F dos experimentos executados para os seis genótipos de cevada demonstraram diferenças significativas a 1% pelo teste F ($p \leq 0,01$), para todos os testes realizados. Esses resultados indicam que houve variabilidade genética entre os genótipos avaliados, assim como variabilidade entre os períodos de avaliação dos experimentos e na interação entre os tratamentos e os períodos.

Os valores da razão entre os coeficientes de variação genético e experimental (CVg/CVe) foram superiores a 1, em todos os testes realizados, o que significa que houve um pequeno efeito ambiental na expressão do fenótipo, inferindo que quase toda a variância identificada nos testes deu-se por efeitos genéticos (YOKOMIZO & FARIAS NETO, 2003). Já os resultados do coeficiente de variação experimental obtidos foram baixos, mostrando alta precisão na execução dos experimentos, o que também se identifica pelos altos valores de acurácia seletiva. Além disso, foram obtidos altos valores de herdabilidade no sentido amplo (h^2) nos testes realizados, o que sugere grandes possibilidades de ganho genético.

No Teste Padrão de Germinação (TPG) os valores médios variaram de 89%, apresentado pelo tratamento T2 no período P2 a 100%, apresentado por vários tratamentos em períodos diferentes (Tabela 9). Os tratamentos T2 e T4 destacaram-se por obterem os menores valores médios de germinação na grande maioria dos períodos de avaliação, sendo que seus resultados não diferiram estatisticamente tanto dentro de cada um nos diferentes períodos quanto entre si em todos os períodos. Embora não tenham ocorrido grandes diferenças de germinação dentro dos tratamentos no decorrer dos períodos de avaliação, pode haver uma redução da capacidade de germinação das sementes, como consequência do avanço no processo de deterioração das mesmas. Pequenas diferenças na porcentagem de germinação de determinado lote podem representar grandes diferenças em relação ao processo de deterioração (TUNES *et al.*, 2008).

Tabela 7. Resumo da análise de variância das avaliações teste padrão de germinação (TPG), emergência em campo (EM), teor de água das sementes (TA) e condutividade elétrica (CE) de um genótipo de cevada nua e cinco genótipos de cevada tradicionais, colhidas manual e mecanicamente, acondicionadas em armazém e em câmara fria, avaliadas no Centro de Inovação em Genética Vegetal (Fazenda Sucupira) da Embrapa Cerrados, Riacho Fundo II (DF), e no Laboratório de Análise de Sementes da Universidade de Brasília, em 5 períodos entre os anos de 2021 e 2022.

FV	G.L.	Valores de F			
		TPG (%) ¹	EM (%) ¹	TA (%) ¹	CE ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$)
Tratamento	23	9,581**	23,163**	1.837,108**	227,982**
Tempo	4	17,107**	32,806**	6.266,462**	19,906**
Trat*Tempo	92	1,649**	2,778**	105,251**	2,793**
Resíduo B	288	-	-	-	-
CV 1 (%)		5,7281	5,0225	04293	5,7099
CV 2 = CV _e (%)		5,0743	5,3446	0,3831	5,5758
QM _t		0,0697	0,1100	0,0038	7.166,03
Média		98,32	94,91	10,80	98,19
ha ² (%)		91,81	95,11	99,96	99,58
$\hat{\sigma}_g^2$		0,0160	0,0262	0,0009	1.784,0147
$\hat{\sigma}_f^2$		0,0174	0,0275	0,0009	1.791,5082
$\hat{\sigma}_e^2$		0,0014	0,0013	4,11E-07	7,4935
CV _g (%)		8,4945	11,7869	9,1985	43,0166
CV _r (%)		3,348	4,411	48,023	15,430
CV _g /CV _e		1,674	2,205	24,012	7,715
\hat{r}_{gg} (%)		94,64	97,82	99,97	99,78

Legenda: Quadrado médio dos tratamentos (QM_t); estimativas das variâncias fenotípica ao nível de média ($\hat{\sigma}_f^2$); variância genotípica ($\hat{\sigma}_g^2$); variância ambiental ($\hat{\sigma}_e^2$); herdabilidade no sentido amplo (ha²); coeficiente de variação genético (CV_g); coeficiente de variação experimental (CV_e); coeficiente de variação relativo (CV_r); relação (CV_g/CV_e); acurácia seletiva (\hat{r}_{gg}); ** Significância a 1% de probabilidade pelo teste F;

¹ Análise com dados transformados para arcsen (raiz(x/100)).

Tabela 8. Resumo da análise de variância da avaliação envelhecimento acelerado (EA) de um genótipo de cevada nua e cinco genótipos de cevada tradicionais, colhidas manual e mecanicamente, acondicionadas em armazém e em câmara fria, avaliadas no Laboratório de Análise de Sementes da Universidade de Brasília, em 4 períodos entre os anos de 2021 e 2022.

FV	EA (%) ¹	
	G.L.	Valores de F
Tratamentos	23	104,927**
Períodos	3	108,991**
Trat*Períodos	69	17,058**
Resíduo B	216	-
CV 1 (%)		6,1770
CV 2 = CV _e (%)		6,9354
QM _t		0,6815
Média		88,73
ha ² (%)		98,80
$\hat{\sigma}_g^2$		0,1683
$\hat{\sigma}_f^2$		0,1704
$\hat{\sigma}_e^2$		0,0020
CV _g (%)		31,4461
CV _r (%)		9,068
CV _g /CV _e		4,534
\hat{r}_{gg} (%)		99,52

Legenda: Quadrado médio dos tratamentos (QM_t); estimativas das variâncias fenotípica ao nível de média ($\hat{\sigma}_f^2$); variância genotípica ($\hat{\sigma}_g^2$); variância ambiental ($\hat{\sigma}_e^2$); herdabilidade no sentido amplo (ha²); coeficiente de variação genético (CV_g); coeficiente de variação experimental (CV_e); coeficiente de variação relativo (CV_r); relação (CV_g/CV_e); acurácia seletiva (\hat{r}_{gg}); ** Significância a 1% de probabilidade pelo teste F;

¹ Análise com dados transformados para arcsen (raiz(x/100)).

Tabela 9. Médias das avaliações do teste padrão de germinação (TPG) de um genótipo de cevada nua e cinco genótipos de cevada tradicionais, colhidas manual e mecanicamente, acondicionadas em armazém e em câmara fria, avaliadas no Centro de Inovação em Genética Vegetal (Fazenda Sucupira) da Embrapa Cerrados, Riacho Fundo II (DF), e no Laboratório de Análise de Sementes da Universidade de Brasília, em 5 períodos entre os anos de 2021 e 2022.

TRAT	TPG (%)				
	P0	P1	P2	P3	P4
T1	98,0 A abc	99,0 A a	100,0 A a	99,5 A a	98,5 A abc
T2	95,5 A bc	91,0 A b	89,0 A c	90,5 A c	91,5 A c
T3	98,5 A abc	98,5 A ab	100,0 A a	99,5 A a	100,0 A a
T4	97,0 A abc	91,5 A b	94,0 A bc	94,0 A bc	94,5 A bc
T5	98,0 A abc	100,0 A a	100,0 A a	100,0 A a	99,0 A abc
T6	98,0 A abc	99,0 A a	100,0 A a	97,5 A ab	100,0 A a
T7	99,0 A abc	98,5 A a	100,0 A a	99,5 A a	100,0 A a
T8	99,25 A ab	99,5 A a	100,0 A a	99,5 A a	100,0 A a
T9	98,5 A abc	98,5 A ab	99,5 A a	100,0 A a	98,5 A abc
T10	93,5 B c	97,5 AB ab	99,0 A ab	99,0 A ab	99,5 A abc
T11	99,0 A abc	98,5 A ab	99,5 A a	99,5 A a	100,0 A a
T12	98,75 AB abc	96,0 B ab	99,0 AB ab	99,0 A ab	99,0 A ab
T13	96,5 B abc	99,0 AB a	100,0 A a	100,0 A a	99,5 A ab
T14	96,5 A abc	99,0 A a	99,0 A ab	99,0 A ab	99,5 A ab
T15	97,5 A abc	97,0 A ab	99,5 A a	100,0 A a	100,0 A a
T16	97,0 B abc	97,0 B ab	98,0 AB ab	99,0 AB ab	100,0 A a
T17	94,75 B bc	96,0 AB ab	99,5 A a	99,0 A ab	99,5 A ab
T18	98,5 A abc	99,5 A a	98,5 A ab	98,5 A ab	97,0 A abc
T19	96,5 A abc	97,5 A ab	99,5 A a	99,0 A ab	99,0 A abc
T20	98,5 A abc	98,0 A ab	99,5 A a	99,5 A a	100,0 A a
T21	96,5 B abc	100,0 A a	99,5 A a	100,0 A a	99,5 A ab
T22	100,0 A a	98,0 A ab	98,0 A ab	99,0 A ab	97,0 A abc
T23	99,0 A abc	99,5 A a	99,5 A a	99,5 A a	99,0 A abc
T24	96,25 B abc	100,0 A a	99,5 A a	100,0 A a	99,5 A ab

¹ Médias das 4 repetições dos 24 tratamentos em cada período de avaliação.

² Médias seguidas por letras diferentes, maiúscula na linha e minúscula na coluna, diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

É possível observar nas figuras 2, 3, 4 e 5, que o genótipo CPAC Musa, de cevada nua obteve menores valores de germinação de sementes (TPG) quando estas foram submetidas à colheita mecanizada em ambos os ambientes de armazenamento (T2 e T4). Isso pode ser um indicativo de que as sementes sofreram com maiores danos mecânicos durante este tipo de colheita, o que interferiu na capacidade germinativa deste genótipo. Estas informações corroboram com a análise das médias da Tabela 9, indicando que realmente estes tratamentos obtiveram menor taxa de germinação que os demais, apesar dos valores terem melhorado com o passar do tempo, como mostra a linha de tendência dos gráficos. Os altos valores do Coeficiente de Determinação (R^2) da grande maioria destas linhas de tendência indicam que o modelo matemático obtido pelas mesmas é capaz de explicar a maior parte da variação dos dados de germinação para todos os genótipos avaliados. Apenas o genótipo BRS 180 colhido mecanicamente e armazenado em armazém apresentou o valor de R^2 baixo (0,1065), indicando que o modelo obtido não explica, ou pouco explica, a variabilidade dos dados para esta situação.

Pode-se presumir, ainda, que quando a semente gera uma plântula normal, a colheita foi executada na época correta, momento em que o acúmulo de reservas das sementes encontra-se próximo ao nível máximo, e que as mesmas possuem todas as suas funções celulares, enzimáticas e hormonais completamente desenvolvidas (TUNES *et al.*, 2008). É possível inferir que, para a grande maioria dos genótipos, há um aumento na taxa de germinação ao decorrer do tempo, o que pode ser explicado pela ocorrência de dormência, comum em sementes recém-colhidas (BRASIL, 2009). O mesmo foi observado por Tunes *et al.* (2010), os quais mostram que a germinação das sementes de cevada tende a diminuir com o maior tempo de armazenamento, tanto em armazém em condições naturais quanto em câmara fria. Porém, quando armazenadas em câmara fria por um período de seis meses, a taxa de germinação teve uma menor redução quando comparado ao armazenamento em ambiente natural, corroborando com os dados obtidos no presente trabalho.

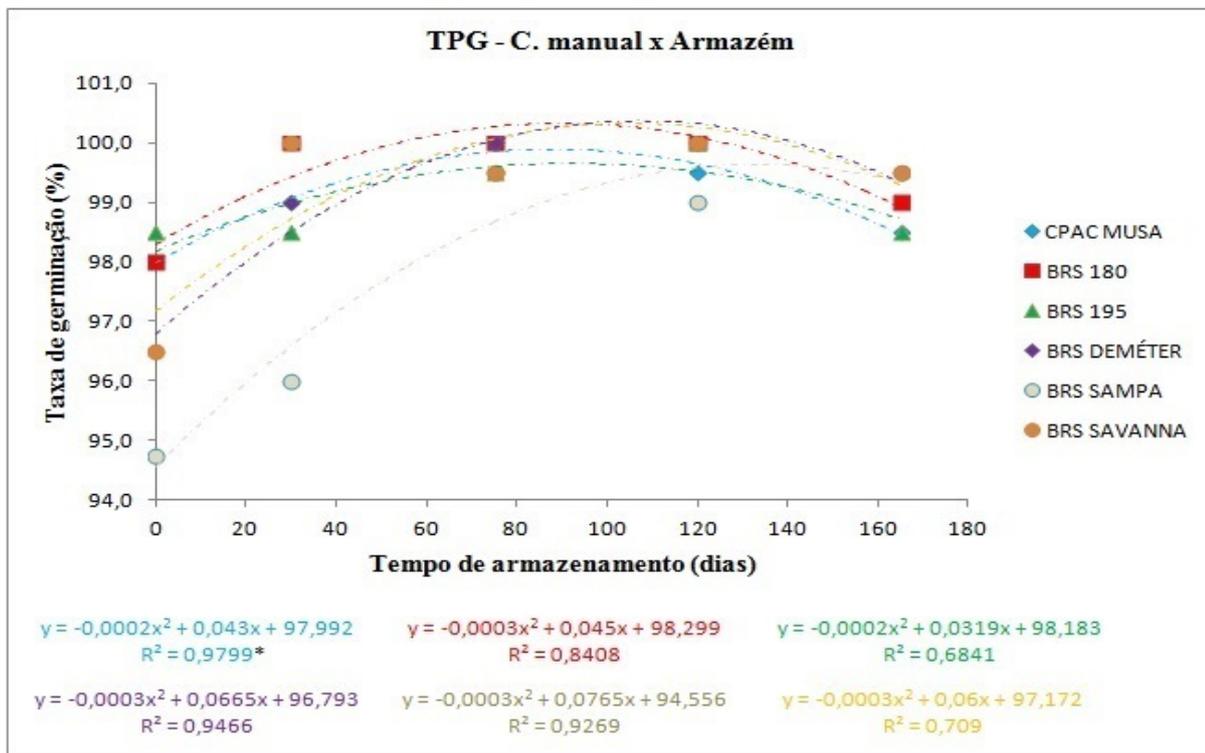


Figura 2. Modelos de regressão polinomial do Teste Padrão de Germinação (TPG) segundo os genótipos, os períodos, a colheita manual e o armazenamento em armazém não climatizado.

* R² significativa a 5% segundo o teste F.

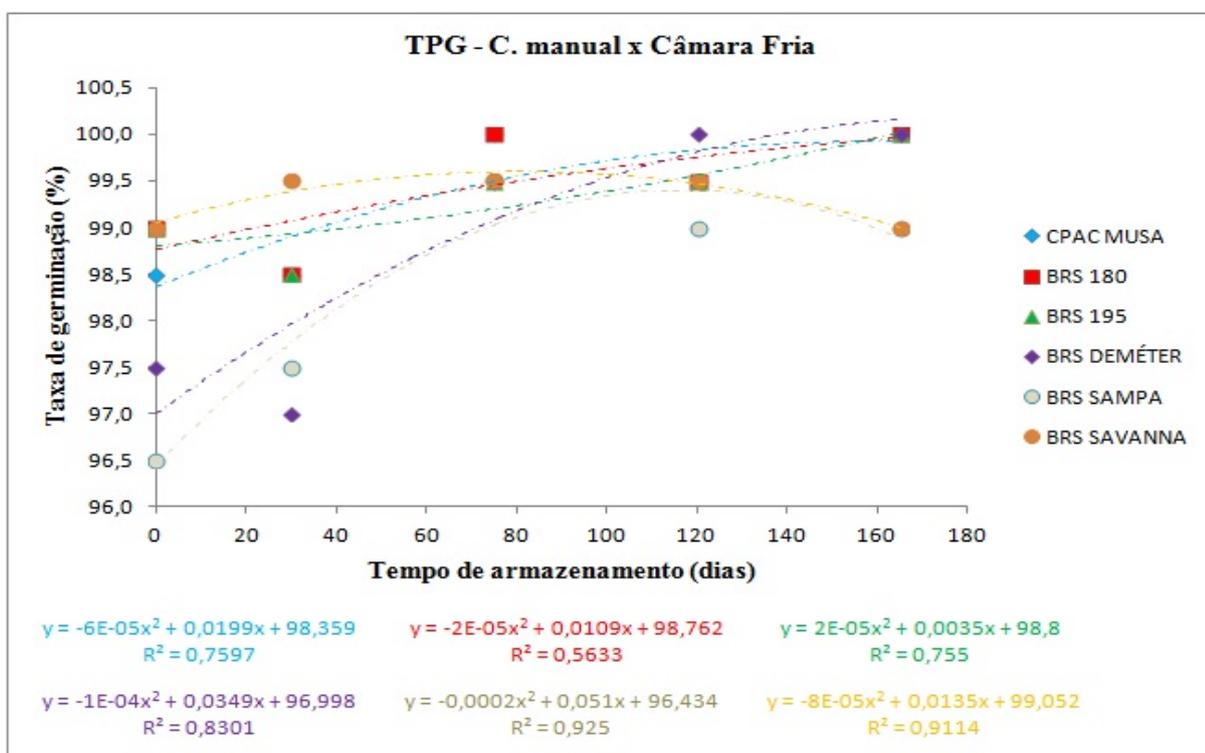


Figura 3. Modelos de regressão polinomial do Teste Padrão de Germinação (TPG) segundo os genótipos, os períodos, a colheita manual e o armazenamento em câmara fria.

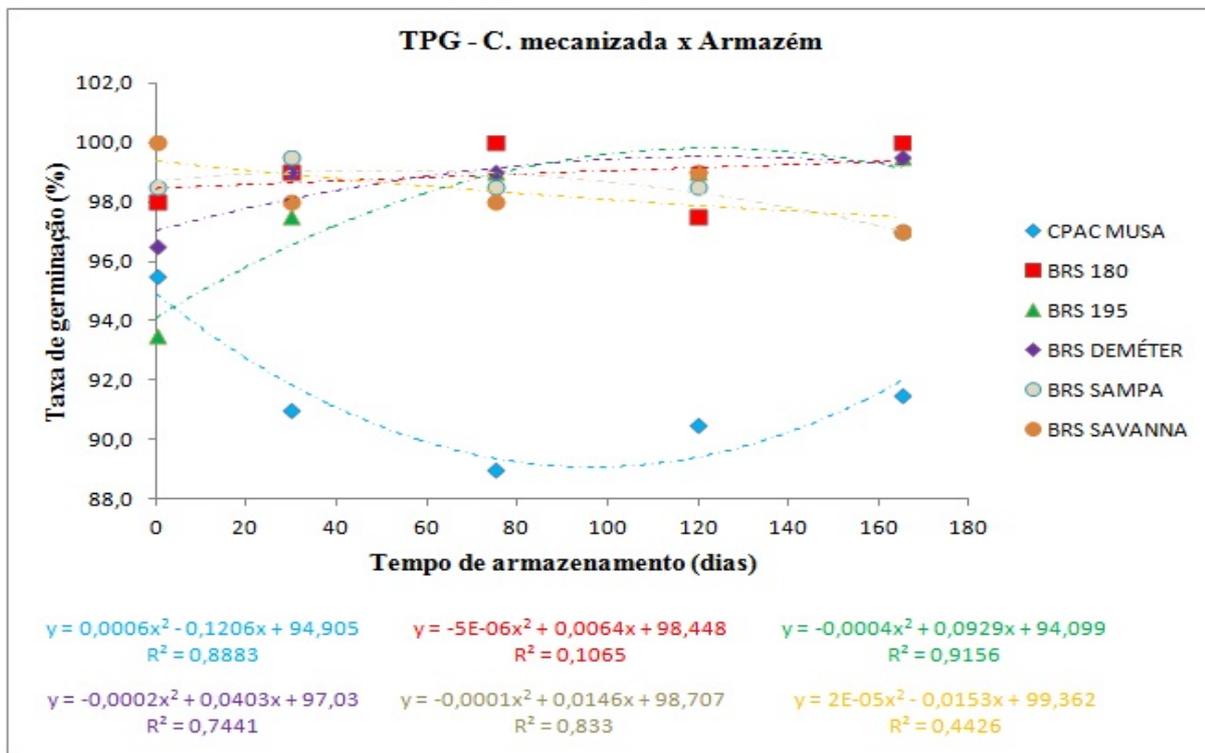


Figura 4. Modelos de regressão polinomial do Teste Padrão de Germinação (TPG) segundo os genótipos, os períodos, a colheita mecanizada e o armazenamento em armazém não climatizado.

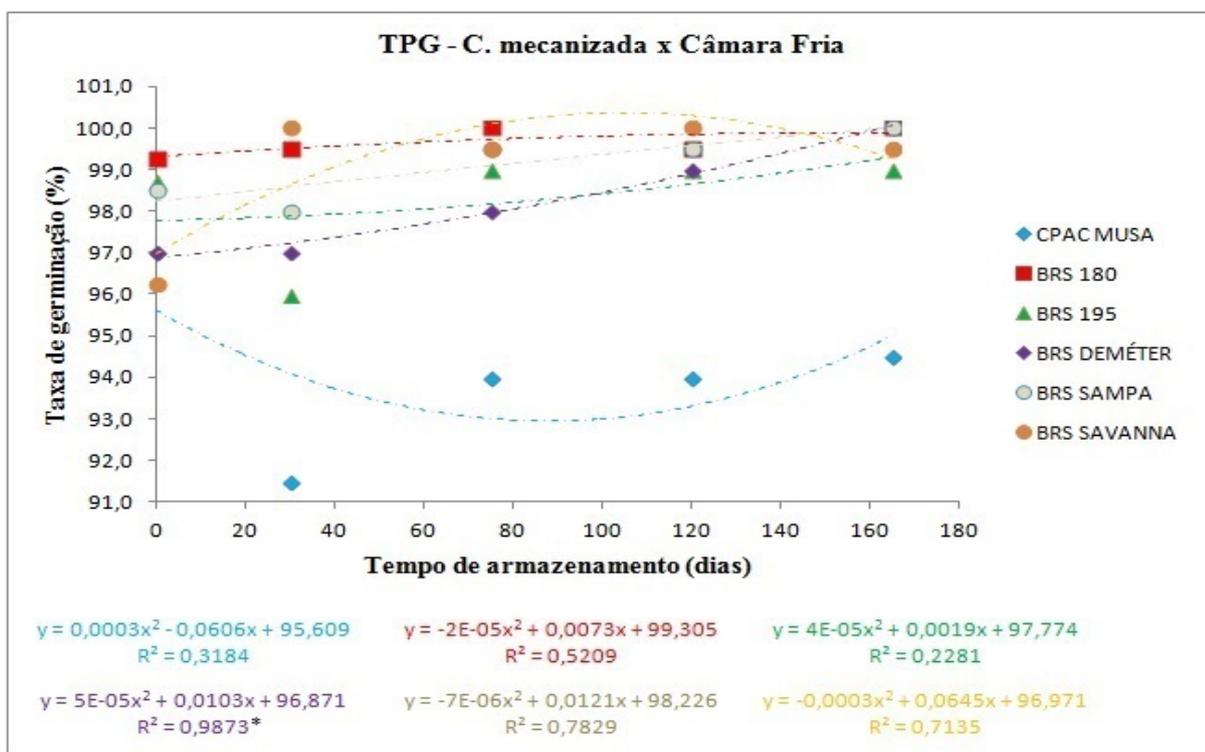


Figura 5. Modelos de regressão polinomial do Teste Padrão de Germinação (TPG) segundo os genótipos, os períodos, a colheita mecanizada e o armazenamento em câmara fria.

* R² significativa a 5% segundo o teste F.

No Teste de Emergência em Campo (EM) os valores médios de emergência de plantas variaram de 76,75%, apresentado pelo tratamento T2 no período P1, a 99,5%, apresentado pelo tratamento T13 no período P1 e pelo tratamento T17 no período P2 (Tabela 10). Os tratamentos T2 e T4 destacaram-se por obterem os menores valores médios de emergência em todos os períodos de avaliação, sendo que seus resultados não diferiram estatisticamente tanto dentro de cada um dos diferentes períodos quanto entre si em todos os períodos.

É possível observar nas figuras 6, 7, 8 e 9, que o genótipo CPAC Musa, de cevada nua, obteve menores valores de emergência em campo das sementes quando estas foram submetidas à colheita mecanizada em ambos os ambientes de armazenamento (T2 e T4). Isso pode ser um indicativo de que as sementes sofreram com maiores danos mecânicos durante este tipo de colheita, o que interferiu na capacidade de emergência das sementes deste genótipo. Estas informações corroboram com a análise das médias da Tabela 10, indicando que realmente estes tratamentos obtiveram menor taxa de emergência que os demais. Porém, os gráficos 8 e 9 mostram maior linearidade na emergência das sementes entre os diferentes períodos, como mostra a linha de tendência dos gráficos. Já os gráficos 6 e 7 mostram que houve uma melhora da taxa de emergência do genótipo CPAC Musa com o passar do tempo, podendo indicar que, com o decorrer do tempo de armazenamento, houve um efeito positivo deste na emergência das sementes deste genótipo de cevada nua. Os altos valores do Coeficiente de Determinação (R^2) destas linhas de tendência, para a grande maioria dos genótipos, indicam que o modelo matemático obtido pelas mesmas é capaz de explicar a maior parte da variabilidade dos dados. Porém, alguns valores de R^2 foram muito baixos, indicando que o modelo apresentado não explica a variabilidade dos dados, como foi o caso dos genótipos BRS 180 e BRS Savanna colhidos manualmente e armazenados em armazém, e do genótipo CPAC Musa colhida mecanicamente e armazenada em armazém.

Em trabalho realizado por Tunes *et al.* (2010), os autores descreveram que houve melhor taxa de emergência nas sementes de cevada armazenadas em câmara fria quando comparadas às sementes armazenadas em ambiente natural. Porém, no presente trabalho, não houve grande diferença na taxa de emergência entre as formas de armazenamento.

Tabela 10. Médias das avaliações do teste de emergência em campo (EM) de um genótipo de cevada nua e cinco genótipos de cevada tradicionais, colhidas manual e mecanicamente, acondicionadas em armazém e em câmara fria, avaliadas no Centro de Inovação em Genética Vegetal (Fazenda Sucupira) da Embrapa Cerrados, Riacho Fundo II (DF), e no Laboratório de Análise de Sementes da Universidade de Brasília, em 5 períodos entre os anos de 2021 e 2022.

TRAT	EM (%)				
	P0	P1	P2	P3	P4
T1	86,5 B cdef	94,5 AB abc	98,5 A abc	97,5 A abcd	98,0 A a
T2	84,25 A ef	76,75 A d	82,0 A de	84,75 A f	81,0 A c
T3	86,75 B cdef	95,0 A abc	95,75 A abc	98,25 A abcd	97,5 A a
T4	81,0 A f	87,25 A cd	79,25 A e	86,5 A ef	86,0 A bc
T5	95,5 AB abcd	95,25 AB abc	98,0 A abc	91,5 B def	97,75 A a
T6	95,75 AB abcd	86,75 B bcd	97,25 A abc	98,0 A abcd	97,5 A a
T7	95,75 A abc	96,75 A ab	94,75 A bc	95,25 A abcdef	94,5 A ab
T8	91,25 B abcdef	94,0 AB abc	96,25 AB abc	96,0 AB abcde	97,5 A a
T9	95,5 A abc	97,75 A ab	98,5 A abc	96,5 A abcd	98,5 A a
T10	94,25 A abcde	93,5 A bc	98,25 A abc	97,5 A abcd	96,75 A a
T11	96,75 A ab	96,75 A ab	97,5 A abc	96,25 A abcd	99,0 A a
T12	90,25 BC bcdef	86,5 C cd	96,5 AB abc	99,25 A a	97,75 A a
T13	92,0 B abcdef	99,5 A a	97,75 AB abc	98,75 A abc	98,5 A a
T14	90,5 C bcdef	97,75 AB ab	97,75 AB abc	91,5 BC def	98,0 A a
T15	85,5 B def	94,75 A abc	98,25 A abc	98,25 A abcd	98,25 A a
T16	88,75 B bcdef	96,5 A abc	97,5 A abc	99,25 A ab	98,75 A a
T17	94,75 B abcde	97,25 AB ab	99,5 A a	98,5 AB abcd	99,25 A a
T18	96,75 A ab	95,5 A abc	99,0 A abc	97,0 A abcd	97,0 A a
T19	94,75 A abcde	97,75 A ab	93,25 A cd	97,0 A abcd	98,5 A a
T20	95,5 A abc	97,25 A ab	99,25 A ab	97,75 A abcd	97,5 A a
T21	95,0 A abcde	97,75 A ab	97,0 A abc	94,0 A abcdef	97,25 A a
T22	98,0 A a	92,75 AB bc	96,0 AB abc	92,5 B cdef	96,75 AB a
T23	95,25 A abcd	98,0 A ab	96,5 A abc	97,25 A abcd	97,0 A a
T24	96,0 A abc	97,25 A ab	97,0 A abc	93,75 A bcdef	98,0 A a

¹ Médias das 4 repetições dos 24 tratamentos em cada período de avaliação.

² Médias seguidas por letras diferentes, maiúscula na linha e minúscula na coluna, diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

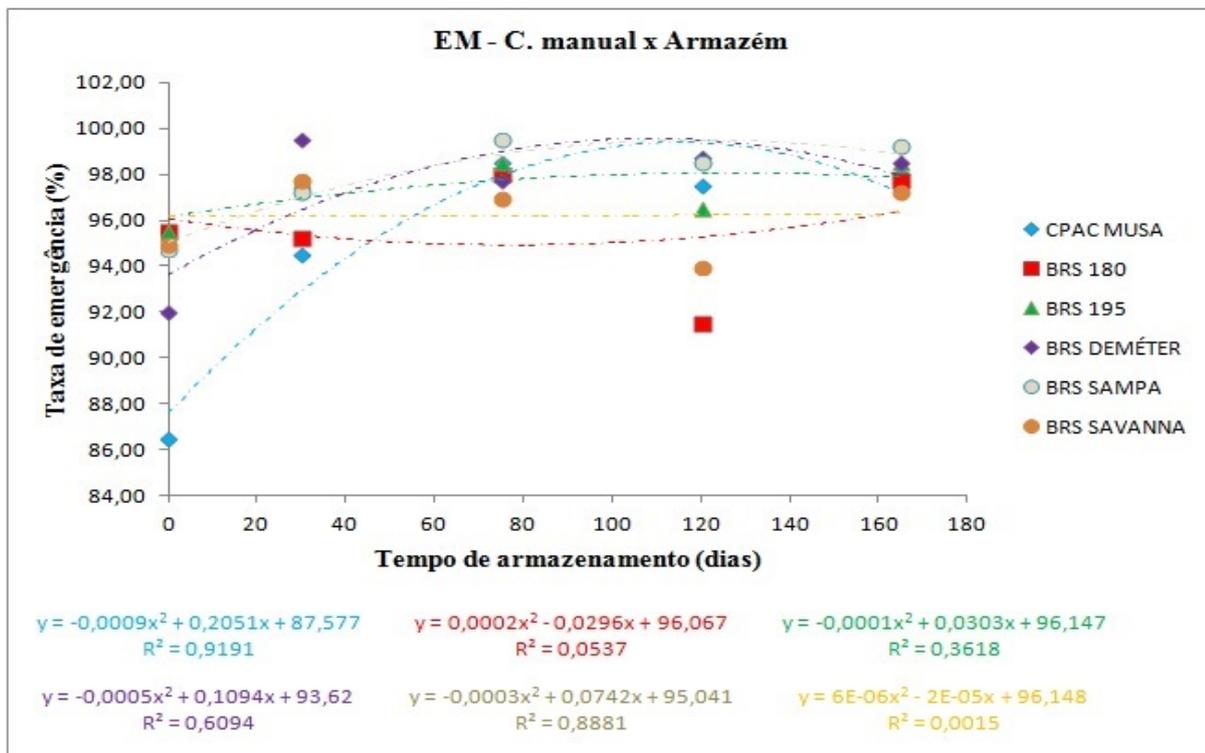


Figura 6. Modelos de regressão polinomial do Teste de Emergência em Campo (EM) segundo os genótipos, os períodos, a colheita manual e o armazenamento em armazém não climatizado.

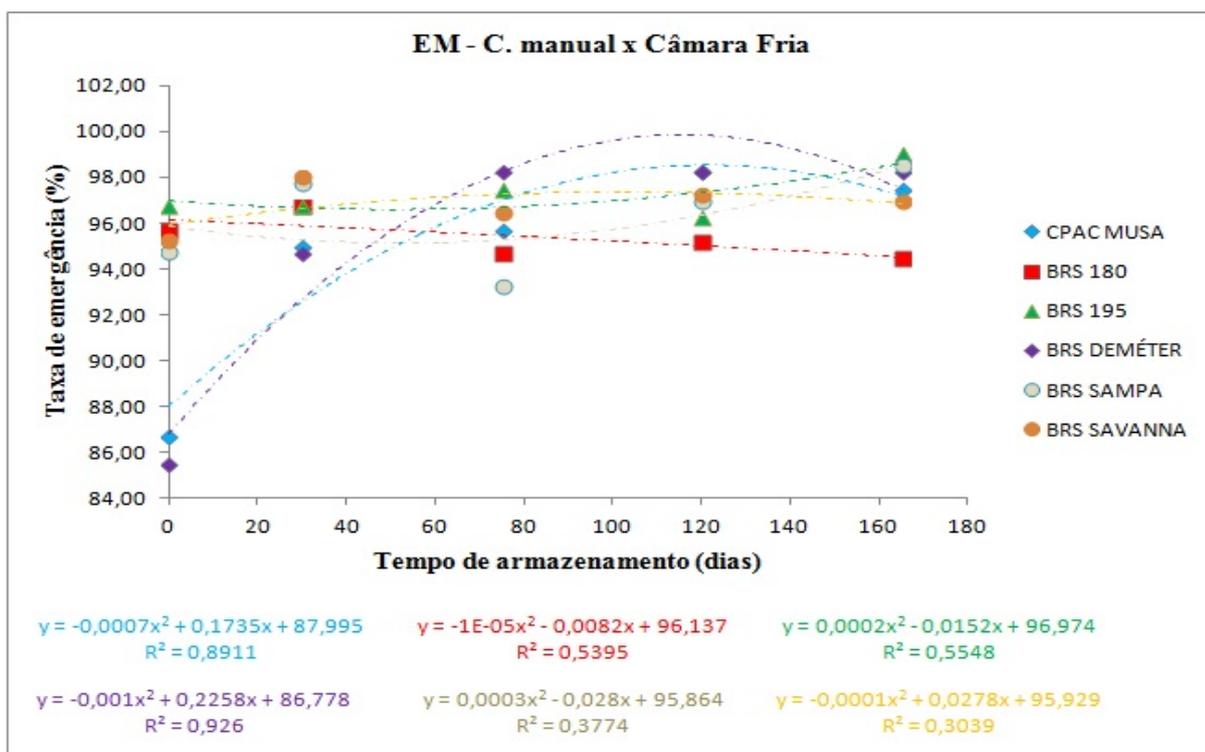


Figura 7. Modelos de regressão polinomial do Teste de Emergência em Campo (EM) segundo os genótipos, os períodos, a colheita manual e o armazenamento em câmara fria.

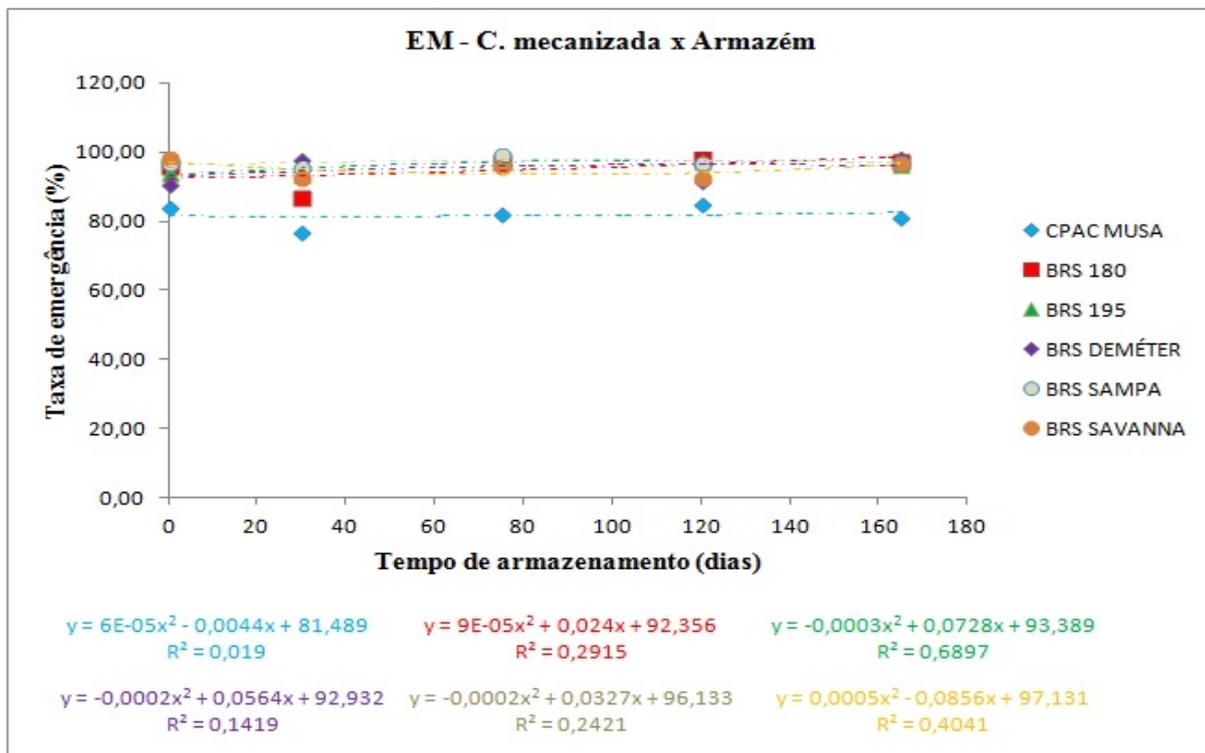


Figura 8. Modelos de regressão polinomial do Teste de Emergência em Campo (EM) segundo os genótipos, os períodos, a colheita mecanizada e o armazenamento em armazém não climatizado.

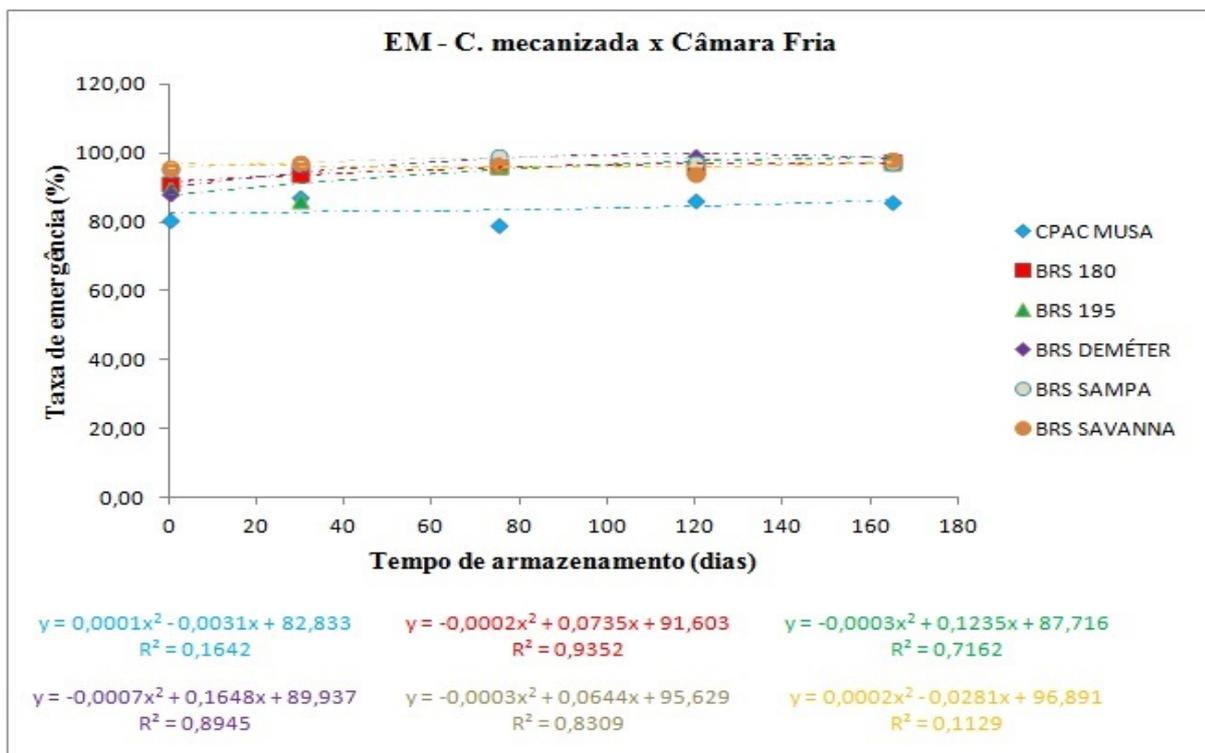


Figura 9. Modelos de regressão polinomial do Teste de Emergência em Campo (EM) segundo os genótipos, os períodos, a colheita mecanizada e o armazenamento em câmara fria.

No Teste de Teor de Água (TA) os valores médios variaram de 13,375%, apresentado pelo tratamento T2 no período P1, a 8,975%, apresentado pelo tratamento T24 no período P0 (Tabela 11). O tratamento T2 destacou-se por obter os maiores valores médios de teor de água em todos os períodos de avaliação, sendo que seus resultados diferiram estatisticamente entre os períodos. Já o tratamento T24 destacou-se por obter os menores valores médios de teor de água em todos os períodos, sendo estatisticamente diferentes entre os períodos.

É possível observar nas figuras 10, 11, 12 e 13, que o genótipo CPAC Musa, de cevada nua, obteve maiores valores de teor de água nas sementes quando estas foram submetidas à colheita mecanizada e armazenamento em armazém não climatizado (T2), quando comparado aos demais genótipos. Estas informações corroboram com a análise das médias da Tabela 11, indicando que realmente o tratamento T2 obteve maior teor de água que os demais. Este maior teor de água nas sementes pode ser explicado pela falta da casca, a qual se encontra aderida às sementes nos genótipos de cevada tradicionais. Apesar disso, os gráficos mostram que, para todos os genótipos, independentemente do tipo de colheita e de armazenamento, a característica de teor de água presente nas sementes se comportou da mesma forma, um acréscimo a partir do período P0, atingindo um limite entre os períodos P1 e P2 com subsequente decréscimo, como apresentado pelas linhas de tendência de cada genótipo. Os altos valores do Coeficiente de Determinação (R^2) destas linhas de tendência, para todos os genótipos em ambas as formas de colheita e armazenamento, indicam que o modelo matemático obtido pelas mesmas é capaz de explicar a maior parte da variabilidade dos dados.

Estudos mostram que, sementes com baixo teor de água, quando submetidas a um substrato úmido ou diretamente em água para embebição, apresentam uma rápida e forte perda de íons por lixiviação, que decresce à medida que acontece a reidratação dos tecidos, até que atinge um ponto de equilíbrio (LOEFFLER *et al.*, 1988; HAMPTON *et al.*, 1992).

Segundo Carvalho & Nakagawa (2000), as sementes de cevada são amiláceas, apresentando melhor capacidade de conservação em relação às sementes de espécies oleaginosas. Em condições naturais o teor de água das sementes pode ser alterado com as oscilações na umidade relativa e na temperatura, o que acarreta diminuição na qualidade fisiológica das sementes (WETZEL & ANDRIGUETO, 1987). Sementes colhidas com alto teor de água apresentam intensa atividade metabólica, propiciando, também, um ambiente adequado à proliferação de microorganismos e insetos, levando a uma deterioração mais rápida (TUNES *et al.*, 2010).

Tabela 11. Médias das avaliações do teste de teor de água das sementes (TA) de um genótipo de cevada nua e cinco genótipos de cevada tradicionais, colhidas manual e mecanicamente, acondicionadas em armazém e em câmara fria, avaliadas no Centro de Inovação em Genética Vegetal (Fazenda Sucupira) da Embrapa Cerrados, Riacho Fundo II (DF), e no Laboratório de Análise de Sementes da Universidade de Brasília, em 5 períodos entre os anos de 2021 e 2022.

TRAT	TA (%)				
	P0	P1	P2	P3	P4
T1	10,22 D bc	12,54 A cd	12,44 A b	12,14 B b	11,91 C b
T2	10,78 D a	13,37 A a	12,91 B a	12,60 C a	12,71 C a
T3	9,75 D fghij	10,54 B hi	11,04 A g	10,41 B j	10,00 C g
T4	10,91 D a	11,34 B g	11,76 A f	11,11 C i	10,67 E f
T5	9,54 E jk	12,31 A def	11,82 B f	11,57 C efg	11,31 D de
T6	9,69 E ghijk	12,14 A f	11,82 B f	11,37 C gh	11,15 D e
T7	9,55 C ijk	10,01 B l	10,32 A jk	9,67 C k	9,27 D jk
T8	9,61 C ijk	10,04 B kl	10,37 A ijk	9,71 C k	9,35 D ijk
T9	9,95 E def	12,30 A def	11,85 B ef	11,52 C efg	11,15 D e
T10	10,04 E cde	12,47 A de	11,96 B def	11,40 C fgh	11,19 D e
T11	9,66 C hijk	10,22 B jkl	10,52 A hij	9,76 C k	9,34 D ijk
T12	9,90 C efg	10,15 B jkl	10,49 A hij	9,69 D k	9,25 E k
T13	10,44 E b	12,75 A bc	12,46 B b	11,82 C c	11,66 D c
T14	10,07 E cde	12,49 A de	12,11 B cd	11,62 C cdef	11,44 D cd
T15	10,22 C bc	10,72 B h	10,96 A g	10,20 C j	9,71 D h
T16	9,74 C fghij	10,25 B jk	10,57 A hi	9,82 C k	9,49 D ij
T17	10,14 E cd	12,82 A b	12,22 B bc	11,71 C cde	11,32 D de
T18	9,64 E ijk	12,29 A ef	11,89 B def	11,59 C defg	11,20 D e
T19	9,87 C efg	10,35 B ij	10,62 A h	9,70 D k	9,45 E ijk
T20	9,49 D k	10,16 B jkl	10,62 A h	9,80 C k	9,37 D ijk
T21	9,76 E fghi	12,51 A cde	12,09 B cde	11,81 C cd	11,44 D cd
T22	9,55 D ijk	12,09 A f	11,75 B f	11,32 C hi	11,17 C e
T23	9,57 D ijk	10,29 B j	10,61 A h	9,81 C k	9,54 D hi
T24	8,97 E l	9,79 B m	10,17 A k	9,42 C l	9,25 D k

¹ Médias das 4 repetições dos 24 tratamentos em cada período de avaliação.

² Médias seguidas por letras diferentes, maiúscula na linha e minúscula na coluna, diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

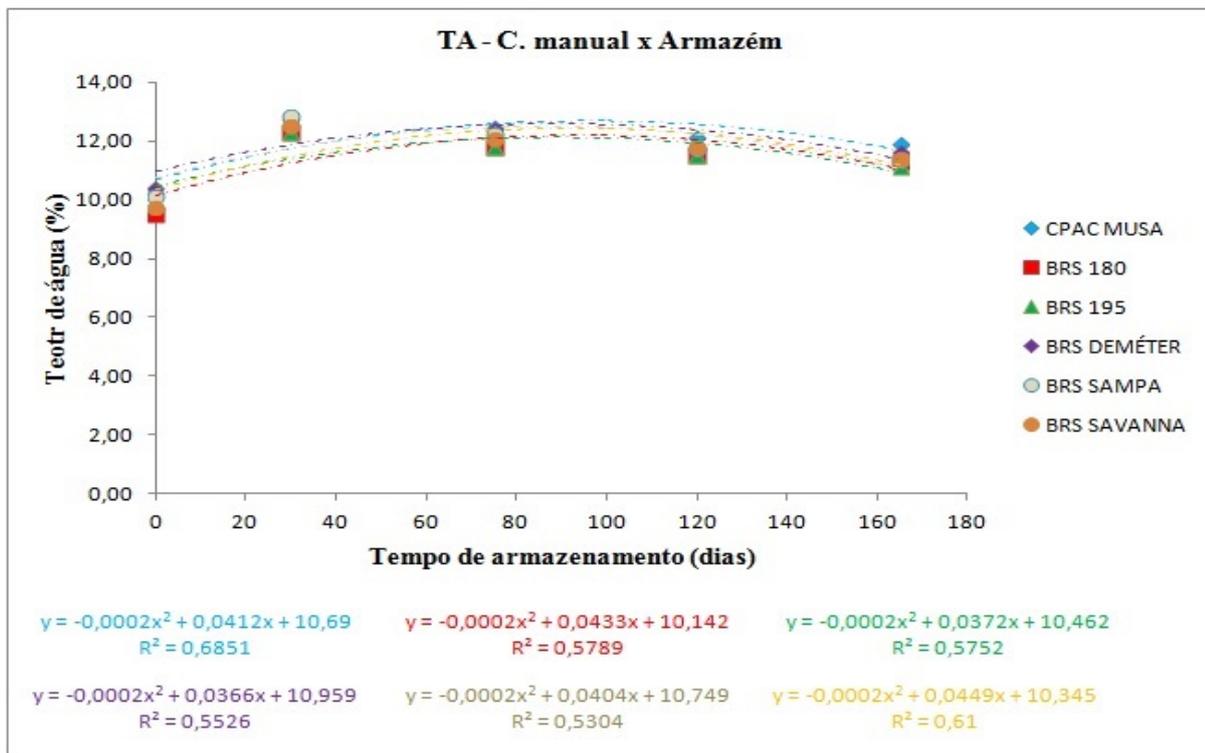


Figura 10. Modelos de regressão polinomial do Teste de Teor de Água (TA) segundo os genótipos, os períodos, a colheita manual e o armazenamento em armazém não climatizado.

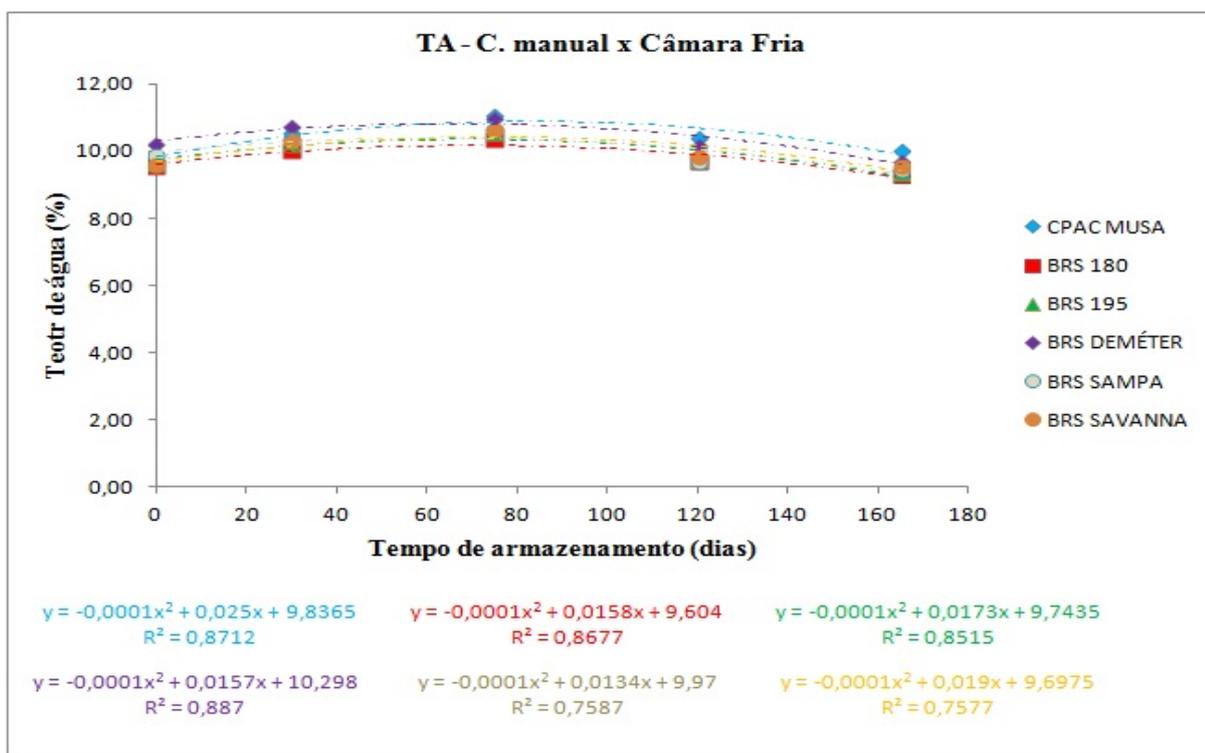


Figura 11. Modelos de regressão polinomial do Teste de Teor de Água (TA) segundo os genótipos, os períodos, a colheita manual e o armazenamento em câmara fria.

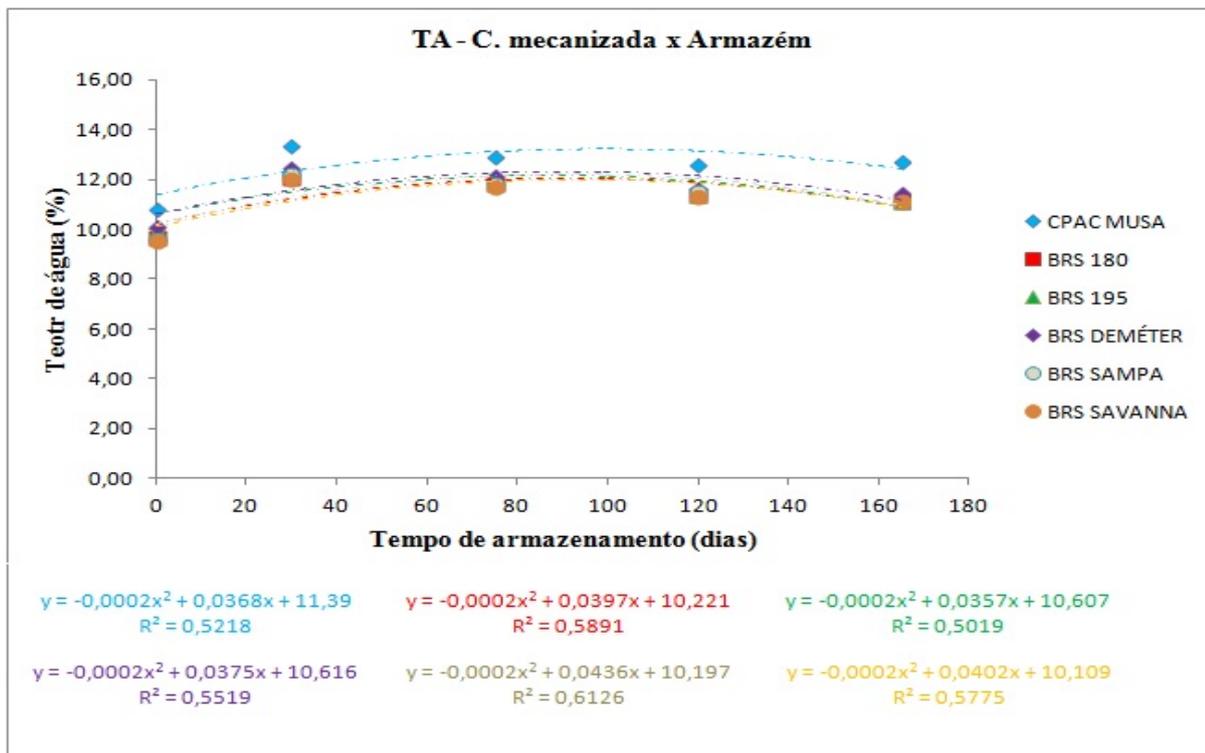


Figura 12. Modelos de regressão polinomial do Teste de Teor de Água (TA) segundo os genótipos, os períodos, a colheita mecanizada e o armazenamento em armazém não climatizado.

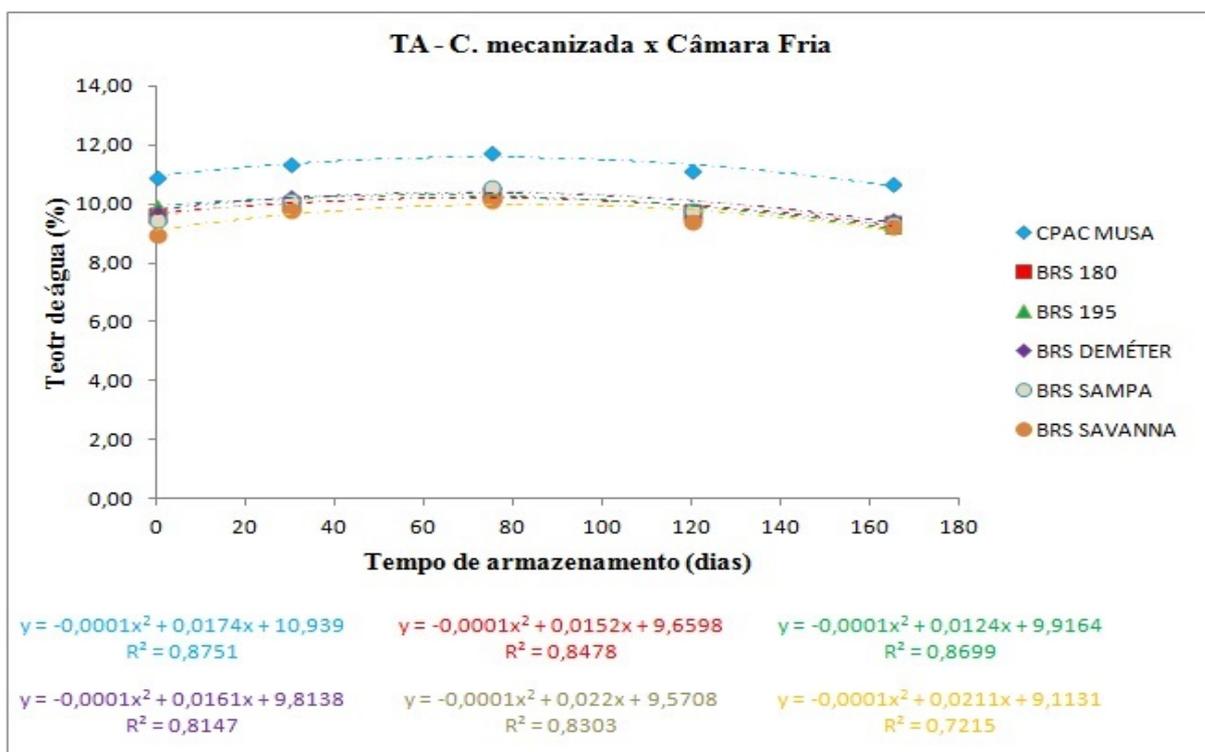


Figura 13. Modelos de regressão polinomial do Teste de Teor de Água (TA) segundo os genótipos, os períodos, a colheita mecanizada e o armazenamento em câmara fria.

No Teste de Condutividade Elétrica (CE) os valores médios variaram de 121,03 $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$, apresentado pelo tratamento T5 no período P0 a 41,18 $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$, apresentado pelo tratamento T3 no período P1 (Tabela 12). Os tratamentos T1, T2, T3 e T4 destacaram-se por obter os menores valores médios de condutividade elétrica em todos os períodos de avaliação, sendo que seus resultados não diferiram estatisticamente entre os tratamentos na maioria dos períodos, bem como entre as médias de cada tratamento nos diferentes períodos. Já o tratamento T20 destacou-se por obter os maiores valores médios de CE nos períodos P1 e P2, o tratamento T5 obteve o maior valor no período P0, o tratamento T21 obteve o maior valor no período P4, e não houve diferença significativa no período P3 entre os tratamentos correspondentes aos genótipos de cevada tradicionais.

É possível observar nas figuras 14, 15, 16 e 17, que o genótipo CPAC Musa, de cevada nua, obteve os menores valores de CE nas sementes. Estas informações corroboram com a análise das médias da Tabela 12, indicando que realmente este genótipo obteve valores menores de CE que os demais. Esta menor condutividade elétrica nas sementes pode ser explicada pela falta da casca, a qual se encontra aderida às sementes nos genótipos de cevada tradicionais. Como a arista, que faz parte da casca, é quebrada no momento do beneficiamento, ocorre uma ruptura do tecido deste órgão, o qual se mantém ligado à semente, sendo que esta ruptura pode ser responsável pelo aumento da perda de íons por lixiviação, o que não ocorre nas sementes da cevada nua, pois a casca se separa da mesma, sendo que a lixiviação de íons neste caso ocorrerá apenas se houver danos nas sementes como fissuras, quebras, ataque de insetos ou ocorrência de alguma doença. Os gráficos mostram que, em alguns casos, houve um movimento quase linear de subida, e em outros o mesmo ocorreu em sentido contrário, como mostrado nas linhas de tendência. Para outros casos a curvatura desta linha tendeu à queda das médias com o decorrer do tempo, e em outros casos a curvatura tendeu ao aumento dos valores. Existe uma liberação intensa de eletrólitos, tanto por sementes intactas e vigorosas quanto por sementes danificadas, o que torna difícil a identificação de possíveis diferenças entre os genótipos quando os resultados possuem variações pequenas (TUNES *et al.*, 2008). Os altos valores do Coeficiente de Determinação (R^2) destas linhas de tendência, para a grande maioria dos genótipos, indicam que o modelo matemático obtido pelas mesmas é capaz de explicar a maior parte da variabilidade dos dados. Porém, alguns valores de R^2 foram muito baixos, indicando que o modelo apresentado não explica, ou pouco explica, a variabilidade dos dados, como foi o caso do genótipo CPAC Musa colhida manualmente, nos dois tipos de armazenamento, do genótipo BRS Sampa colhida manualmente e armazenada em câmara fria, e colhida mecanicamente e armazenada

em armazém, e do genótipo BRS 195 colhida manualmente e mecanicamente, armazenada em câmara fria.

Tabela 12. Médias das avaliações do teste de condutividade elétrica (CE) de um genótipo de cevada nua e cinco genótipos de cevada tradicionais, colhidas manual e mecanicamente, acondicionadas em armazém e em câmara fria, avaliadas no Centro de Inovação em Genética Vegetal (Fazenda Sucupira) da Embrapa Cerrados, Riacho Fundo II (DF), e no Laboratório de Análise de Sementes da Universidade de Brasília, em 5 períodos entre os anos de 2021 e 2022.

TRAT	CE ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$)				
	P0	P1	P2	P3	P4
T1	61,2 A e	44,9 B fg	59,5 A e	52,3 AB b	54,4 AB c
T2	61,2 A e	59,2 A e	66,1 A e	58,4 A b	57,4 A c
T3	57,7 A e	41,2 B g	60,1 A e	61,1 A b	53,2 A c
T4	65,9 A e	58,3 AB ef	65,1 AB e	55,0 B b	56,0 AB c
T5	121,0 A a	98,8 B cd	116,6 A abc	97,0 B a	100,9 B ab
T6	117,5 A ab	108,4 AB abc	108,3 AB abcd	109,5 AB a	103,6 B ab
T7	117,7 A ab	106,4 B abcd	108,8 AB abcd	106,5 B a	106,0 B ab
T8	113,1 AB abc	109,5 AB abc	118,7 A ab	108,6 AB a	105,2 B ab
T9	107,9 A abcd	101,2 A bcd	103,8 A cd	100,5 A a	100,6 A ab
T10	108,2 A abcd	110,3 A abc	104,7 A bcd	106,5 A a	101,8 A ab
T11	111,5 A abcd	94,1 B d	107,3 A abcd	103,9 AB a	102,2 AB ab
T12	113,2 A abc	98,9 B cd	112,7 A abcd	108,0 AB a	108,6 AB ab
T13	101,5 A cd	101,8 A bcd	109,8 A abcd	102,3 A a	98,8 A b
T14	100,2 A cd	100,7 A cd	103,7 A cd	102,9 A a	100,2 A ab
T15	102,0 A cd	108,4 A abc	105,8 A bcd	105,9 A a	101,2 A ab
T16	98,2 A d	100,0 A cd	101,3 A d	99,9 A a	98,9 A b
T17	104,1 A bcd	107,7 A abcd	105,3 A bcd	106,9 A a	101,3 A ab
T18	106,3 A bcd	99,5 A cd	106,3 A bcd	105,3 A a	100,6 A ab
T19	104,8 A bcd	106,5 A abcd	107,9 A abcd	103,1 A a	106,5 A ab
T20	109,0 BC abcd	119,6 AB a	120,6 A a	107,7 C a	107,9 C ab
T21	107,3 A abcd	107,0 A abcd	110,4 A abcd	103,0 A a	113,5 A a
T22	111,6 AB abcd	120,3 A a	104,5 B bcd	101,8 B a	103,8 B ab
T23	109,4 A abcd	110,6 A abc	102,3 A d	103,6 A a	103,5 A ab
T24	111,5 A abcd	115,3 A ab	109,4 A abcd	109,9 A a	107,1 A ab

¹ Médias das 4 repetições dos 24 tratamentos em cada período de avaliação.

² Médias seguidas por letras diferentes, maiúscula na linha e minúscula na coluna, diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

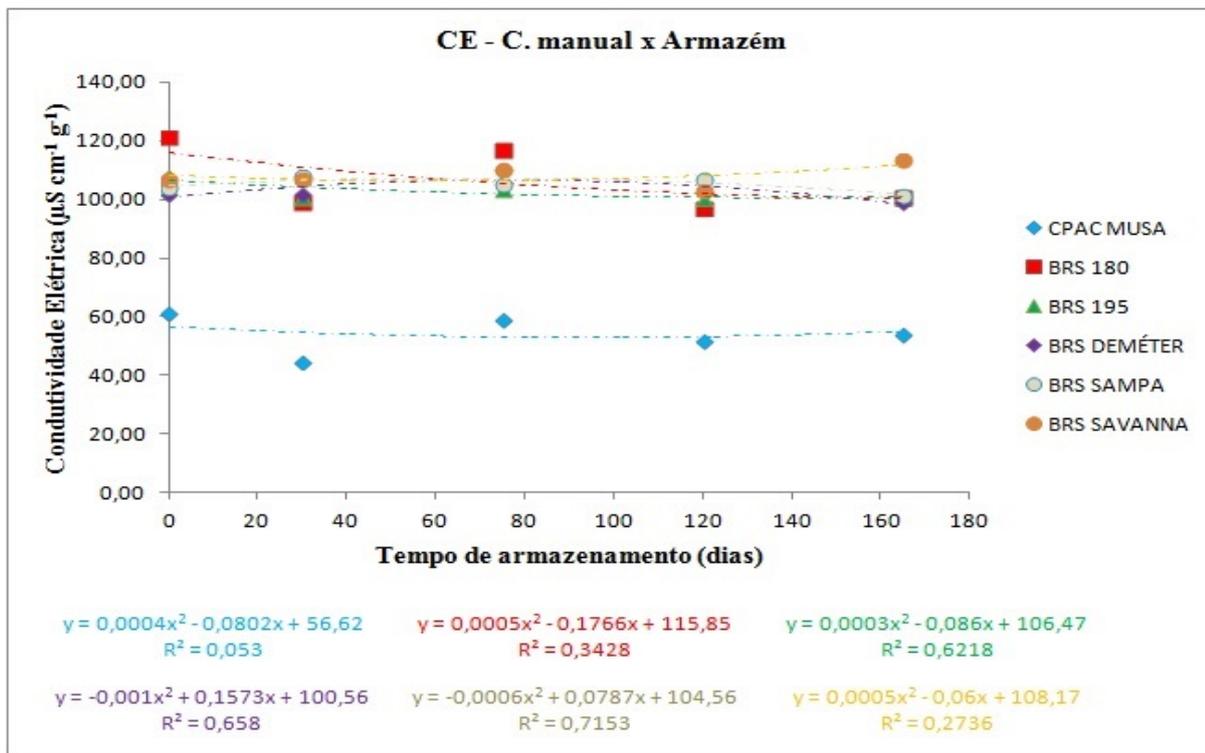


Figura 14. Modelos de regressão polinomial do Teste de Condutividade Elétrica (CE) segundo os genótipos, os períodos, a colheita manual e o armazenamento em armazém não climatizado.

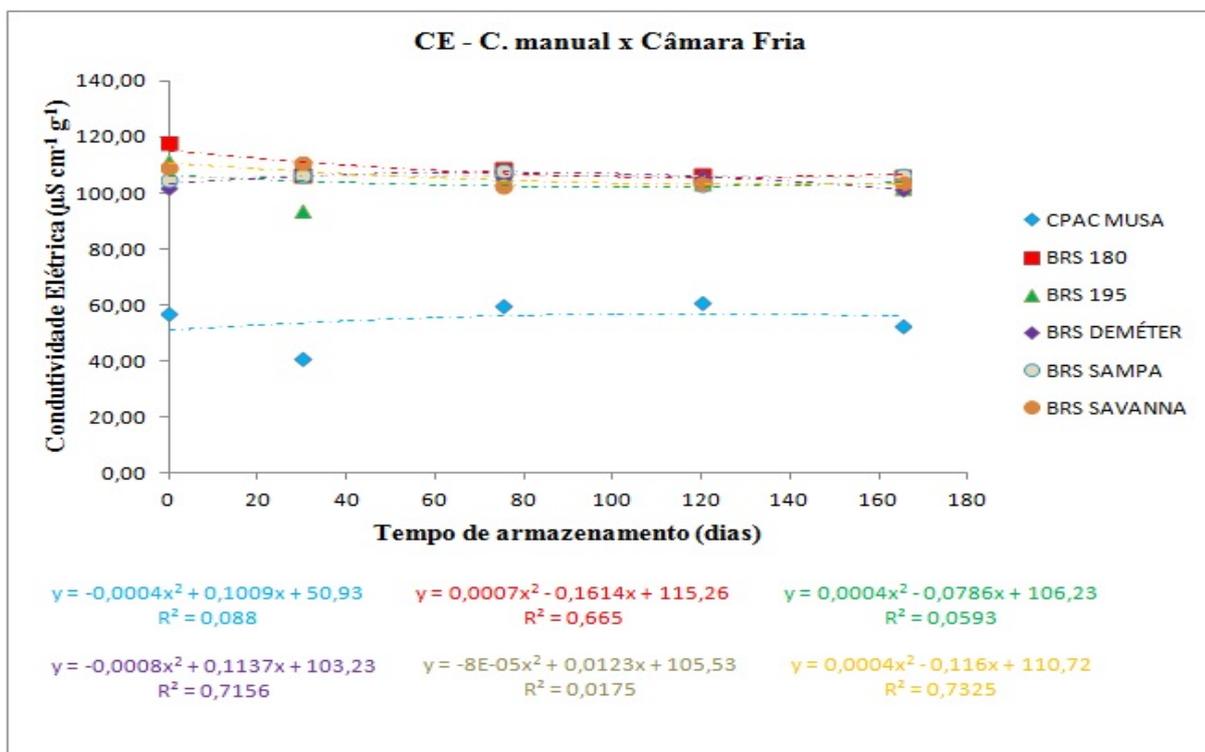


Figura 15. Modelos de regressão polinomial do Teste de Condutividade Elétrica (CE) segundo os genótipos, os períodos, a colheita manual e o armazenamento em câmara fria.

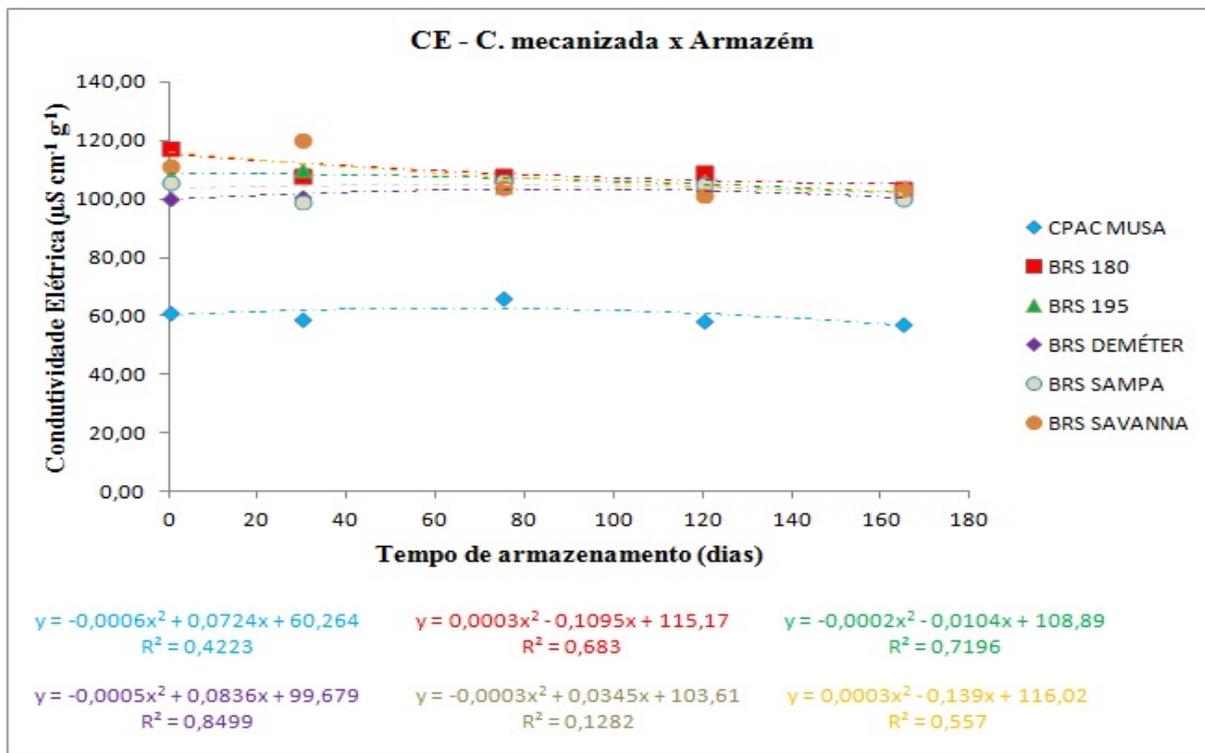


Figura 16. Modelos de regressão polinomial do Teste de Condutividade Elétrica (CE) segundo os genótipos, os períodos, a colheita mecanizada e o armazenamento em armazém não climatizado.

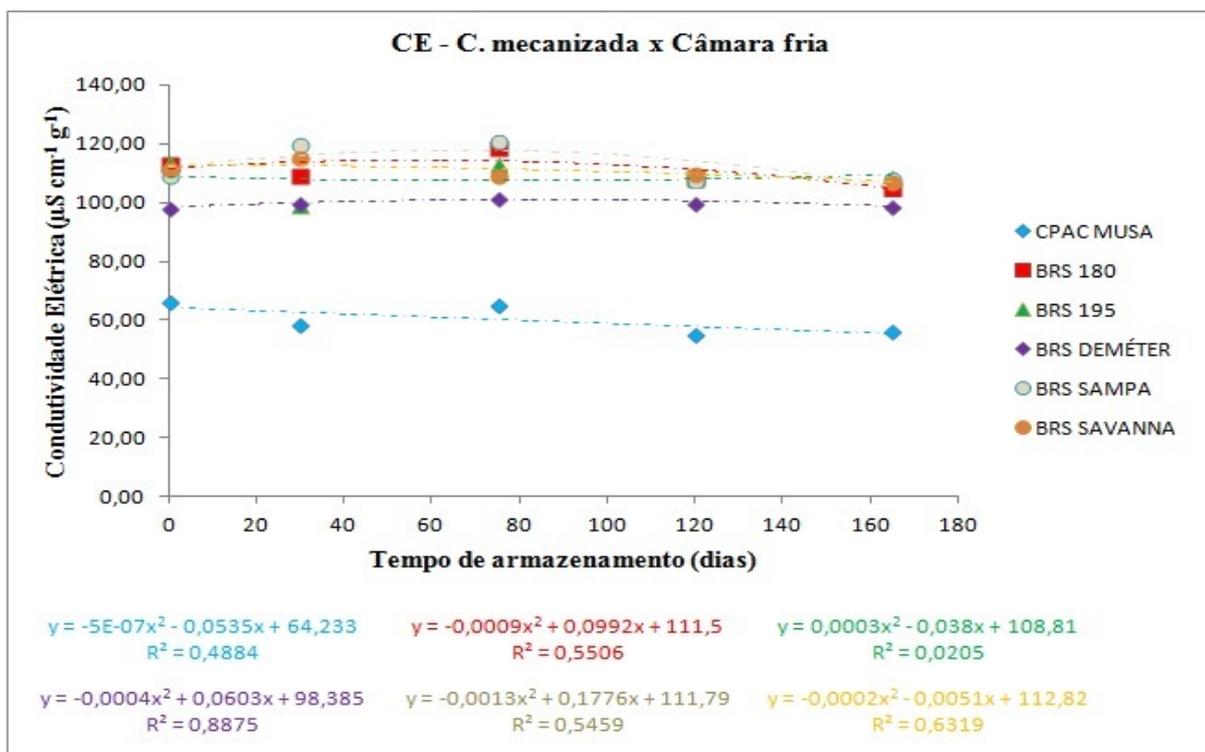


Figura 17. Modelos de regressão polinomial do Teste de Condutividade Elétrica (CE) segundo os genótipos, os períodos, a colheita mecanizada e o armazenamento em câmara fria.

No Teste de Envelhecimento Acelerado (EA), foram obtidos dados em apenas quatro períodos de avaliação, sendo que não houve resultado no período P1 por problemas durante a execução. Os valores médios de germinação do EA variaram de 5%, apresentado pelo tratamento T2 no período P3 a 100%, apresentado por cinco tratamentos em diferentes períodos (Tabela 13). O tratamento T2 destacou-se por obter os menores valores médios de germinação do EA na maioria dos períodos de avaliação, sendo que houve diferença estatística entre seus resultados de um período para outro. Já o tratamento T11 destacou-se por obter os maiores valores médios de germinação do EA nos períodos P2 e P4, não havendo diferença entre seus valores, na maioria dos períodos.

É possível observar nas figuras 18, 19, 20 e 21, que o genótipo CPAC Musa, de cevada nua, obteve resultados muito variados, principalmente para os tratamentos cuja colheita foi feita mecanicamente (T2 e T4), os quais, no geral, foram altos no período P0, decaindo substancialmente nos períodos P2 e P3, e tornando a subir a altos valores no P4. Estas informações corroboram com a análise das médias da Tabela 13, indicando que realmente este genótipo obteve valores muito mais baixos de germinação do EA durante os períodos P2 e P3, quando comparados aos demais. Isto pode evidenciar que, para este genótipo, o plantio poderia resultar em bons resultados de germinação quando realizado logo após a colheita, e que, caso as sementes forem armazenadas, independentemente do tipo de armazenamento, deverão ser semeadas após o mínimo de quatro meses, como forma de se evitar a dormência na qual as mesmas entram durante o armazenamento. Outros genótipos mostraram uma taxa de germinação nitidamente mais baixa logo após a colheita, aumentando com o decorrer do tempo, caso do genótipo BRS Sampa colhido manualmente e do genótipo BRS Deméter colhido mecanicamente. Os gráficos mostram ainda que os demais genótipos mostraram movimento quase contínuo, sem grandes variações na germinação das sementes, demonstrado pelas linhas de tendência. Os altos valores do Coeficiente de Determinação (R^2) da grande maioria destas linhas de tendência indicam que o modelo matemático obtido pelas mesmas é capaz de explicar a maior parte da variação dos dados de germinação para todos os genótipos avaliados. Apenas um valor de R^2 apresentou-se baixo, o do genótipo BRS 180 colhido mecanicamente e armazenado em câmara fria, indicando que o modelo obtido não explica, ou pouco explica, a variabilidade dos dados para esta situação.

Tabela 13. Médias das avaliações do teste de envelhecimento acelerado (EA) de um genótipo de cevada nua e cinco genótipos de cevada tradicionais, colhidas manual e mecanicamente, acondicionadas em armazém e em câmara fria, avaliadas no Centro de Inovação em Genética Vegetal (Fazenda Sucupira) da Embrapa Cerrados, Riacho Fundo II (DF), e no Laboratório de Análise de Sementes da Universidade de Brasília, em 4 períodos entre os anos de 2021 e 2022.

TRAT	EA (%)			
	P0	P2	P3	P4
T1	97,0 A abcd	76,0 B e	50,0 C e	99,0 A ab
T2	74,5 A fgh	12,0 B f	5,0 B f	82,5 A c
T3	95,5 B abcde	82,0 C de	77,5 C d	100,0 A a
T4	67,5 B ghi	18,0 C f	8,5 C f	92,0 A bc
T5	99,5 A a	97,0 A abc	98,5 A abc	99,0 A ab
T6	92,0 A bcde	94,0 A abc	93,0 A bc	97,5 A ab
T7	97,5 A abc	97,0 A abc	100,0 A a	98,0 A ab
T8	94,5 AB abcde	99,0 A ab	93,5 B bc	98,5 A ab
T9	97,0 A abcd	99,5 A a	98,5 A abc	98,0 A ab
T10	60,5 B hi	93,0 A bcd	90,5 A bc	95,0 A abc
T11	91,0 B bcde	99,5 A a	99,0 A abc	100,0 A a
T12	74,0 B fgh	95,5 A abcd	92,5 A cd	92,0 A bc
T13	97,0 AB abcd	98,0 AB abc	93,0 B bcd	100,0 A a
T14	62,5 C hi	90,0 B cde	92,5 B cd	98,5 A ab
T15	84,5 C efg	98,5 AB abc	96,0 B abc	100,0 A a
T16	66,0 B ghi	93,0 A abcd	93,0 A bc	97,5 A ab
T17	49,5 B i	96,5 A abc	95,5 A abc	98,0 A ab
T18	87,5 B def	95,0 AB abcd	94,0 AB bc	97,5 A ab
T19	66,5 B ghi	93,5 A abcd	93,0 A bc	98,0 A ab
T20	89,5 B cdef	93,5 AB abcd	96,5 AB abc	98,0 A ab
T21	96,5 A abcde	98,5 A ab	99,0 A abc	99,5 A a
T22	93,0 A abcde	95,0 A abcd	96,0 A abc	95,5 A abc
T23	98,0 A ab	98,5 A ab	99,5 A ab	98,5 A ab
T24	98,0 A abc	96,5 A abc	96,5 A abc	96,5 A ab

¹ Médias das 4 repetições dos 24 tratamentos em cada período de avaliação.

² Médias seguidas por letras diferentes, maiúscula na linha e minúscula na coluna, diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

* Não houve resultados para esta análise no período P1, sendo estes dados desconsiderados na análise de variância.

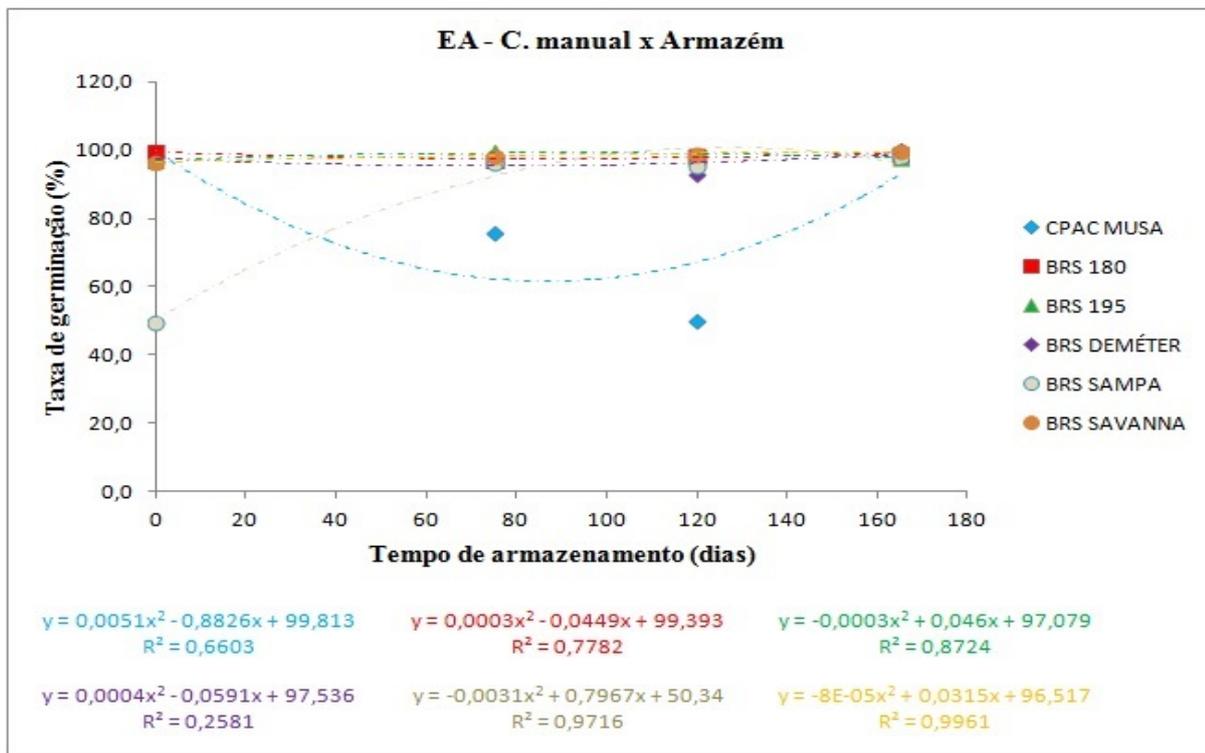


Figura 18. Modelos de regressão polinomial do Teste de Envelhecimento Acelerado (EA) segundo os genótipos, os períodos, a colheita manual e o armazenamento em armazém não climatizado.

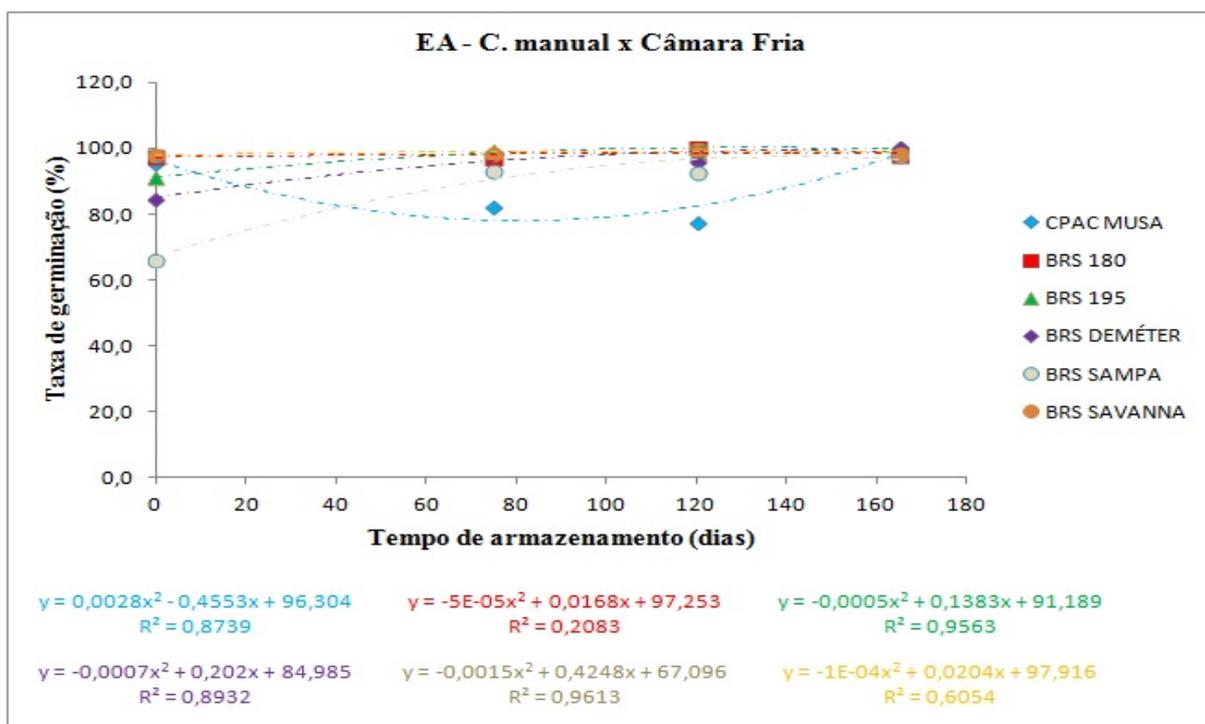


Figura 19. Modelos de regressão polinomial do Teste de Envelhecimento Acelerado (EA) segundo os genótipos, os períodos, a colheita manual e o armazenamento em câmara fria.

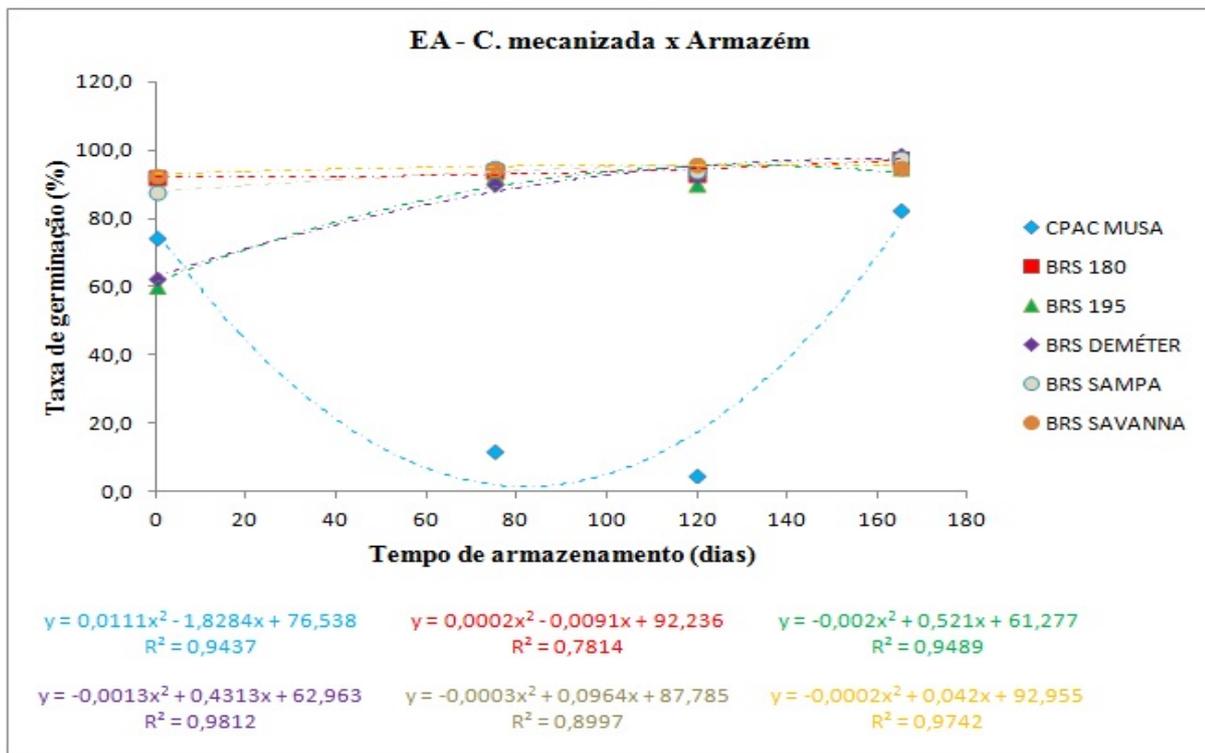


Figura 20. Modelos de regressão polinomial do Teste de Envelhecimento Acelerado (EA) segundo os genótipos, os períodos, a colheita mecanizada e o armazenamento em armazém não climatizado.

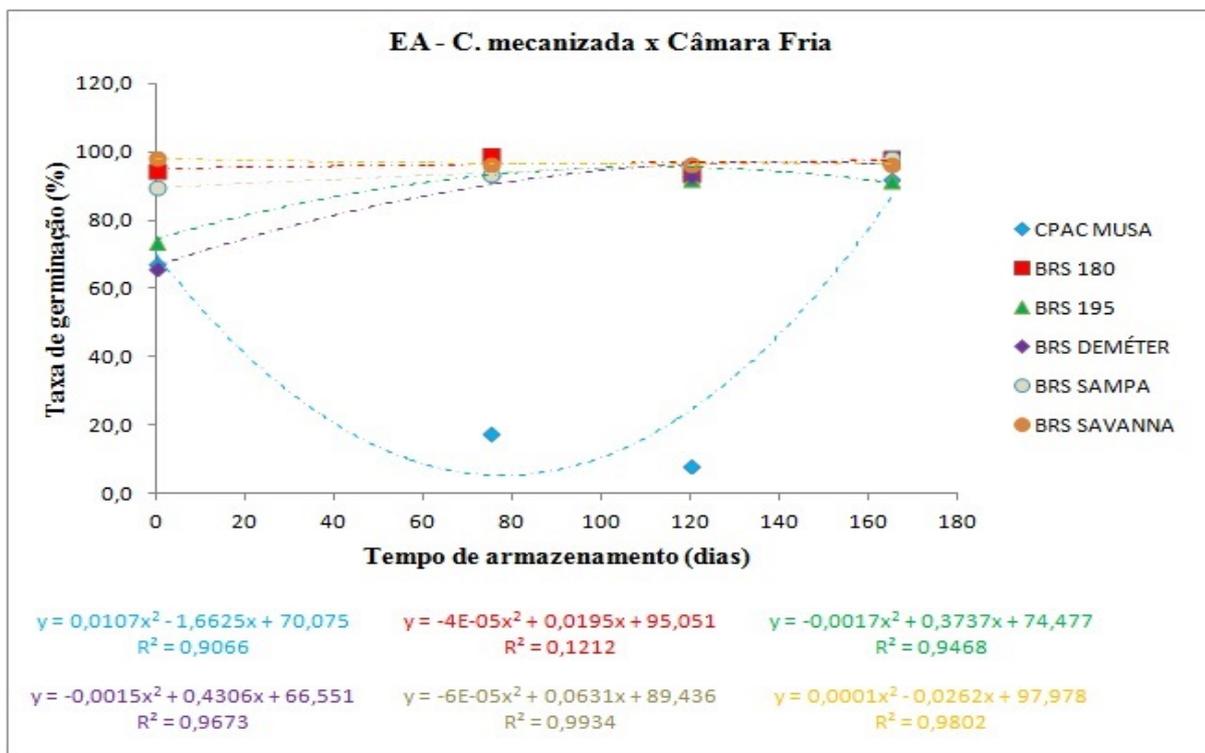


Figura 21. Modelos de regressão polinomial do Teste de Envelhecimento Acelerado (EA) segundo os genótipos, os períodos, a colheita mecanizada e o armazenamento em câmara fria.

A partir dos dados de campo, foram realizadas as análises de correlação entre as características avaliadas, utilizando-se o programa R, versão 4.3.0 (R PROJECT, 2022), resultando no correlograma apresentado na Figura 22.

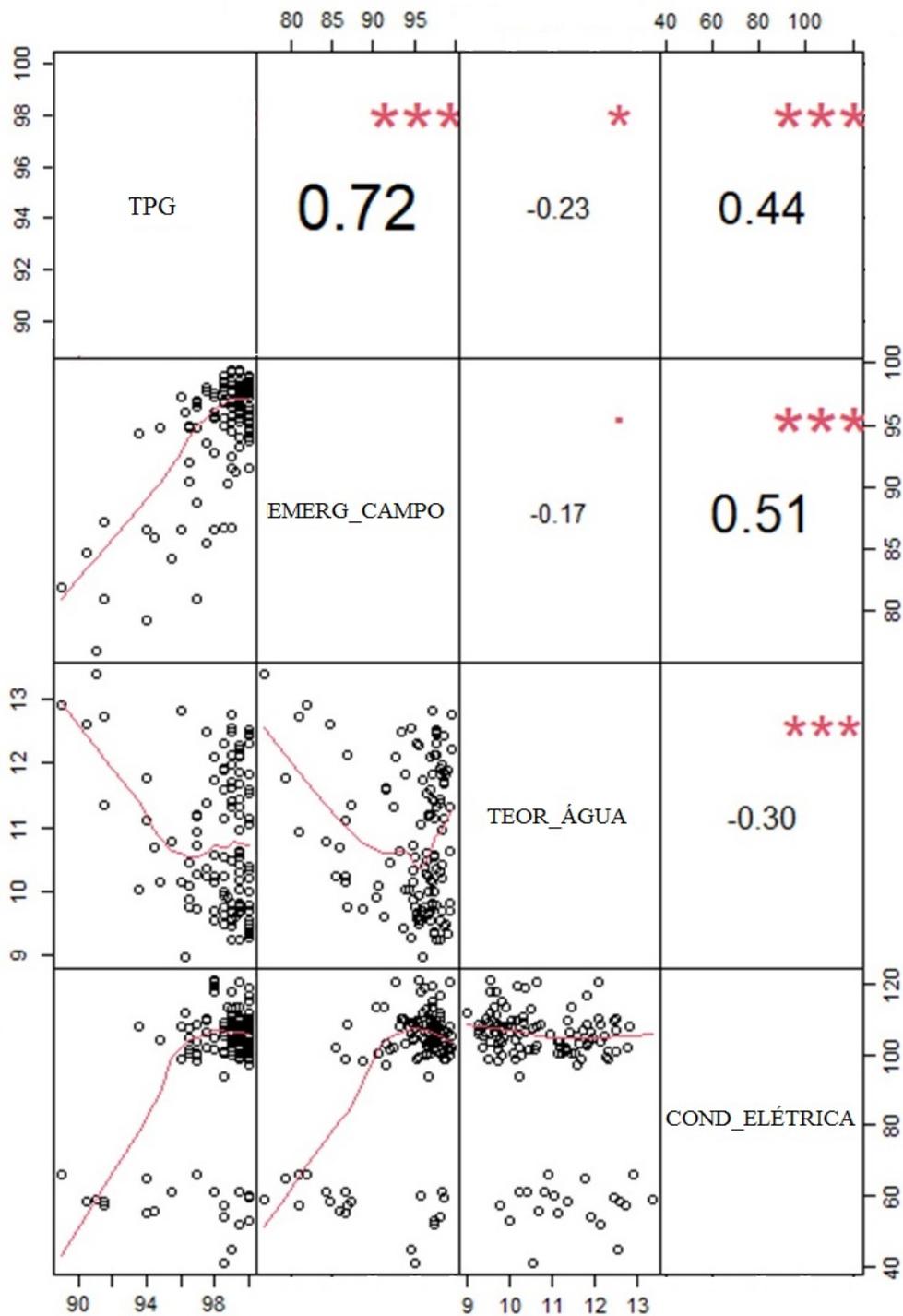


Figura 22. Correlograma entre as avaliações de Teste Padrão de Germinação (TPG), Emergência em Campo (EM), Teor de Água das sementes (TA) e Condutividade Elétrica (CE), de um genótipo de cevada nua e cinco genótipos de cevada tradicional avaliados em cinco períodos de armazenamento.

O maior valor apresentado no gráfico foi da correlação entre os testes de TPG e EM (0,72), demonstrando uma correlação forte entre eles, e seu sinal positivo indica que quando um aumenta o outro também aumenta, e vice-versa. Além disso, o gráfico mostra que este valor foi significativo a 1% de probabilidade, sendo averiguado pela presença de três asteriscos junto ao valor da correlação. Essa correlação positiva alta mostra que estes testes devem ser utilizados juntos na avaliação da qualidade e do vigor das sementes armazenadas, pois seus resultados são complementares.

Na correlação do teste de CE com os testes de EM e TPG, obteve-se valores considerados médios de 0,51 e 0,44, respectivamente, ambos com sinal positivo, significativos a 1% de probabilidade. Esses valores indicam que o teste de condutividade elétrica também pode ser utilizado em parceria com estes para avaliação da qualidade das sementes durante o período de armazenamento.

As demais correlações apresentaram valores negativos. Isso significa que, quando o valor de um caráter aumenta, o valor do outro tende a diminuir, e vice-versa. Neste caso, as correlações do teste de TA com os testes de TPG e EM, apresentaram valores significativos a 5% de probabilidade, -0,23 e -0,17, respectivamente, sendo consideradas correlações fracas. Já a correlação entre os testes de CE e TA, apresentou valor significativo a 5% de probabilidade (-0,30), considerada uma correlação média. Apesar desses valores apresentarem-se como correlações de média a baixa magnitude, a avaliação do teor de água das sementes armazenadas pode ser utilizado para avaliar a qualidade das mesmas durante o período de armazenamento, em apoio aos demais testes realizados, como forma de obtenção de dados complementares.

6. CONCLUSÕES

O genótipo CPAC Musa foi mais influenciado pela forma de colheita, apresentando menores taxa de germinação no TPG e no EA e menores taxas de emergência em campo, quando colhido mecanicamente, mas que estes valores podem melhorar durante o armazenamento.

Os genótipos de cevada tradicionais apresentaram maiores valores de condutividade elétrica que o genótipo de cevada nua, provavelmente devido a danos ocorridos na casca.

O armazenamento em câmara fria mostrou-se mais eficiente na manutenção da qualidade das sementes de cevada, apesar das pequenas diferenças entre os resultados dos métodos.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOSA: Association of Official Seed Analysts. **Seed vigour testing handbook**. 1. ed., East Lansing, 88p., 1983.

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

CARPENTIERI-PIPOLO, V., MINELLA, E., VARESCHI, L. J. L., GROSSMANN, M. V. E. **Melhoramento de Cevada nua com elevados níveis de β -glucana e seus benefícios na redução do colesterol**. Embrapa Trigo, Documentos online nº 191, 22p., ISSN 1518-6512, 2021.

CARVALHO, F. I. F.; LORENCETTI, C.; BENIN, G. **Estimativas e implicações da correlação no melhoramento vegetal**. Universidade Federal de Pelotas, 142p., 2004.

CARVALHO, N. M. de; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência e tecnologia da produção**. 4. ed., Fundação de Apoio a Pesquisa, Ensino e Extensão, 588p., 2000.

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; ALVARENGA, R. C.; GONTIJO NETO, M. M.; VIANA, J. H. M.; OLIVEIRA, M. F. de; MATRANGOLO, W. J. R.; ALBUQUERQUE FILHO, M. R. de. **Cultivo do Milho**. Embrapa Milho e Sorgo, Sistemas de Produção, 2, ISSN 1679-012X, Versão Eletrônica, 6. ed., 2010.

FABRIZZI, K. P.; GARCÍA, F. O.; COSTA, J. L.; PICONE, L. I. Soil water dynamics, physical properties and corn and wheat responses to minimum and no-tillage systems in the southern Pampas of Argentina. **Soil and Tillage Research**. v. 81, n. 1, p. 57-69, 2005.

FIGUEIREDO NETO, A.; ALMEIDA, F. de A. C.; VIEIRA, J. F., Comercialização e qualidade de sementes. *In*: BARROS NETO, J. J. da S.; ALMEIDA, F. de A. C.; QUEIROGA, V. de P.; GONÇALVES, C. C., **Sementes: estudos tecnológicos**, Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Sergipe, e-book ISBN: 978-85-68801-58-1, 285p., 2014.

HADDAD, M. L.; VENDRAMIM, J. D. Comparação de porcentagens observadas em casos extremos de 0 a 100%. Comunicação Científica. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 29, n. 4, p. 835-837, 2000.

HAMPTON, J. G.; TEKRONY, D. M. **Handbook of vigor test methods**. ISTA, 117p., 1995.

HAMPTON, J. G.; JOHNSTONE, K. A.; EUA-UMPON, V. Bulk conductivity test variables for mungbean, soybean and french bean seed lots. **Seed Science and Technology**. v. 20, n. 3, p. 677-686, 1992.

JESUS, P. F. C. **Manual Prático Microsoft Excel 2007**. 2008. Disponível em: http://glu.fcfrp.usp.br/~tulio/materiais/office/Excel_2007.pdf. Acesso em: mai/2023.

KEMPTHORNE, O. **An introduction to genetic statistics**. John Wiley & Sons, 545p., 1966.

KOCH JR., G. S.; LINK, R. F. **Statistical analysis of geological data**. Dover Publications, v. 1, 375p., 1970.

LOEFFLER, T.M. **The bulk conductivity test as an indicator of soybean seed quality**. University of Kentucky, 181p., 1981.

LOEFFLER, T. M.; TEKRONY, D. M.; EGLI, B. D. The bulk conductivity test as an indicator of soybean seed quality. **Journal of Seed Technology**. v. 12(1), p. 37-53, 1988.

MACIEL, L. M.; TUNES, L. V. M. de. A importância do controle de qualidade nas sementes de milho. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 5, p. 49934-49938, 2021.

MARCONDES, M. C.; MIGLIORANZA, É.; FONSECA, I. C. B. Qualidade de sementes de soja em função do horário de colheita e do sistema de trilha de fluxo radial e axial. **Engenharia Agrícola**, v. 30, p. 315-321, 2010.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 495p., 2005.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. *In*: KRZYZANOWSKY, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA-NETO, J. B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes, 218p., 1999.

R PROJECT. **The R project for statistical computing**. Ambiente de software livre para computação estatística e gráficos. Última atualização 31/10/2022. Disponível em: <https://www.r-project.org/> Acesso em: fev/2023.

REZENDE, M. P.; MACHADO, J. C.; GRIS, C. F.; GOMES, L. L.; BOTREL, E. P. Efeito da semeadura a seco e tratamento de sementes na emergência, rendimento de grãos e outras características da soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Ciência e Agrotecnologia**. v. 27, n. 1, p. 76-83, 2003.

SILVA, J. F. da; ALMEIDA, F. de A. C.; QUEIROGA, V. de P., Importância das sementes das angiospermas e alguns aspectos dos sistemas de reprodução. *In*: BARROS NETO, J. J. da S., **Sementes: estudos tecnológicos**, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe, 285p., 2014.

SOUSA, F. C. de; ALMEIDA, F. de A. C.; DE MELO, B. A., Beneficiamento e armazenamento de sementes. *In*: BARROS NETO, J. J. da S., **Sementes: estudos tecnológicos**, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe, 285p., 2014.

TORRES, S. B.; MEDEIROS, M. A. de; TOSTA, M. da S.; COSTA, G. M. de M. Teste de condutividade elétrica em sementes de gergelim. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 3, p. 070-077, 2009.

TUNES, L. M. de; 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, p. 403-412, 2010.

TUNES, L. M. de; BARROS, A. C. S. A.; 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.

VAUGHAN, C. E. Predicting seed longevity. **Annual report of bean improvement cooperative**, v. 14, p. 13-16, 1971.

VIEIRA, R. D.; KRZYZANOWSKI, F. C. **Teste de condutividade elétrica**. *In*: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (EDS.) **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes, 4.1-4.26 p. 1999.

VIEIRA, E. H. N.; YOKOYAMA, M. Colheita, processamento e armazenamento. *In*: VIEIRA, E. H. N.; RAVA, C. A. **Sementes de feijão - produção e tecnologia**. Embrapa Arroz e Feijão, 269p., 2000.

WETZEL, C. T.; ANDRIGUETO, J. R. **Armazenamento de sementes**. Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior, Curso de sementes, módulo 7-7.1, 30p. 1987.

WRIGLEY, C. W.; BATEY, I. L. Efficient strategies for variety identification. *In*: WRINGLEY, C. W. **Identification of food-grain varieties**. American Association of Cereal Chemists, p. 19-34, 1995.

YOKOMIZO, G. K.; FARIAS NETO, J. T. Caracterização fenotípica e genotípica de progenies de pupunheira para palmito. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 1, p. 67-72, 2003.