



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

**PARÂMETROS GENÉTICOS, ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE
DE GENÓTIPOS DE CEVADA IRRIGADA NO CERRADO DO
DISTRITO FEDERAL**

RODOLFO DIAS THOMÉ

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM AGRONOMIA

BRASÍLIA-DF
JULHO/2020



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

**PARÂMETROS GENÉTICOS, ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE
DE GENÓTIPOS DE CEVADA IRRIGADA NO CERRADO DO
DISTRITO FEDERAL**

RODOLFO DIAS THOMÉ

ORIENTADOR: NARA OLIVEIRA SILVA SOUZA
COORIENTADOR: RENATO FERNANDO AMABILE

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM AGRONOMIA
PUBLICAÇÃO:

BRASÍLIA-DF
JULHO/2020



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

**PARÂMETROS GENÉTICOS, ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE
DE GENÓTIPOS DE CEVADA IRRIGADA NO CERRADO DO
DISTRITO FEDERAL**

RODOLFO DIAS THOMÉ

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

APROVADO POR:

Nara Oliveira Silva Souza, D.Sc., Universidade de Brasília, narasouza@unb.br (Orientadora)

Eduardo Alano Vieira, D.Sc., Embrapa Cerrados, eduardo.alano@embrapa.br (Examinador externo)

Fábio Gelape Faleiro, D.Sc., Embrapa Cerrados, fabio.faleiro@embrapa.br (Examinador externo)

BRASÍLIA-DF

JULHO/2020

AGRADECIMENTOS

Deus!

Com fé e esperança em um futuro melhor.

À minha família que em nenhum dia deixou de me apoiar e de me engrandecer. Minha Mãe, Júlia Terezinha Dias, sempre presente em todos os momentos da minha caminhada, com bons conselhos e com sua visão positiva em todo contratempo. Meu pai, Roberto Pires Thomé, me ensinou valores que percebo caber em todos os lugares como a proatividade e a pontualidade. Minha esposa, Priscilla Amaral Guedes Thomé, mulher de fibra e de princípios, não me deixou desanimar. Minha irmã, Débora Dias Thomé, sempre me suportando e se orgulhando de mim.

À minha orientadora Nara Oliveira Silva Souza, que coordenou todo o trabalho desta dissertação, sem deixar de ser um exemplo de mãe.

Ao grande coorientador Renato Amabile. Uma pessoa ímpar, que busca sempre a produtividade e coloca as pessoas ao seu redor em movimento constante.

À minha banca examinadora, composta pelos pesquisadores Fábio Gelape Faleiro e Eduardo Alano Vieira, por participarem desta etapa da minha carreira acadêmica.

Aos meus professores pelos ensinamentos.

Ao Amilton da Silva Pires, pelos dias de trabalho no campo e pela exemplar condução dos experimentos. Extensivo a toda equipe de campo do CPAC e da Fazenda Sucupira.

Ao apoio prestado pela equipe da Embrapa Cerrados em todo processo: Ricardo Sayd, Sara Kananda, Felipe Brige, Francisco Delvico, Pedro Ivo, Samara Ramos, e especialmente ao Juaci Malaquias, sem o qual minha estatística não seria a mesma.

À Universidade de Brasília, através do Programa de pós-Graduação da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa. Em especial a Embrapa Cerrados, pela possibilidade da realização deste treinamento.

Aos parentes e amigos que colaboraram para a realização deste trabalho, muitas vezes apoiando e incentivando, mesmo à distância.

Sumário

RESUMO	6
ABSTRACT	7
1 INTRODUÇÃO	8
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	10
2.1 Cevada	10
2.1.1 Taxonomia e botânica	10
2.1.2 Centro de origem.....	11
2.1.3 Situação brasileira e mundial da cevada.....	11
2.1.4 Uso da cevada	13
2.2 Cerrado	15
2.3 Parâmetros Genéticos	18
2.4 Interação Genótipo x Ambiente	21
2.5 Diversidade genética.....	24
2.6 Adaptabilidade e estabilidade	25
3 OBJETIVOS	28
3.1 Objetivo geral	28
3.2 Objetivos específicos	28
REFERÊNCIAS	29
CAPÍTULO I	36
ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS GENÉTICOS EM GENÓTIPOS DE CEVADA IRRIGADA NO CERRADO DO DISTRITO FEDERAL	36
RESUMO	37
ABSTRACT	38
1 INTRODUÇÃO	39
2 MATERIAL E MÉTODOS	40
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	42
4 CONCLUSÕES.....	52
5 TABELAS	53
REFERÊNCIAS	57
CAPÍTULO II.....	61
ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE GENÓTIPOS DE CEVADA IRRIGADA NO CERRADO DO DISTRITO FEDERAL	61
RESUMO	62
ABSTRACT	63
1 INTRODUÇÃO	64
2 MATERIAL E MÉTODOS	65
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	67
4 CONCLUSÕES.....	76
5 TABELAS	77
REFERÊNCIAS	82
ANEXO	85

RESUMO

Devido a ampla adaptação geográfica da cevada (*Hordeum vulgare* L.) em conjunto com o melhoramento vegetal, atualmente os níveis de produtividade desse grão no Cerrado são elevados, e superam muito a média brasileira. Apesar dos bons resultados demonstrados em trabalhos na região do Distrito Federal, estudos sobre adaptabilidade e estabilidade ainda são necessários para os genótipos que têm potencial para participarem dos programas de melhoramento local. Associando estudos de parâmetros genéticos e de adaptabilidade e estabilidade é possível que os melhoristas tomem decisões mais assertivas, para o lançamento de cultivares adaptados e estáveis, bem como selecionem os genótipos mais aptos para direcionar cruzamentos. O Cerrado, segundo maior bioma brasileiro e onde os experimentos foram conduzidos, tem um papel fundamental no desenvolvimento da agricultura nacional. É responsável atualmente por quase metade da produção da soja e do milho produzidos no Brasil. Este trabalho embasou-se na necessidade de gerar informações a respeito dos genótipos estudados na região, estimando os parâmetros genéticos, fenotípicos, ambientais e de adaptabilidade e estabilidade de 17 genótipos de cevada dística. Esses foram conduzidos sob irrigação no Cerrado, para utilização em programas de melhoramento da Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). Cultivados de maio a setembro nos anos de 2012 a 2015, e no ano de 2017, os experimentos foram implementados em duas áreas experimentais distintas da Embrapa no Distrito Federal: Secretaria de Inovação e Negócios – Fazenda Sucupira (SIN), Riacho Fundo II – DF; e Campo Experimental da Embrapa Cerrados (CPAC), Planaltina-DF. O experimento foi estabelecido em Blocos Casualizados com quatro repetições sob irrigação via pivô central. Os valores de herdabilidade (h^2) em sentido amplo verificados e levando em conta os baixos valores dos coeficientes de variação ambiental é possível inferir que o experimento teve adequado controle ambiental. Verificaram-se que as correlações genotípicas, para quase todos os caracteres permitiram influir maior contribuição dos fatores genéticos na expressão dos caracteres. Os genótipos PFC 2006053 e PFC 2006054 destacam-se por apresentar, para a maioria das características, ampla adaptabilidade e alta estabilidade. Esses superaram tanto as testemunhas quanto a média geral do experimento.

Palavras-chave: *Hordeum vulgare* L., parâmetros genéticos, adaptabilidade e estabilidade, herdabilidade, melhoramento genético.

ABSTRACT

Due to the wide geographical adaptation of barley (*Hordeum vulgare* L.) in conjunction with plant breeding, currently the productivity levels of this grain in the Savanna are high, and far exceed the Brazilian average. Although the good results demonstrated in studies in the Federal District, studies on adaptability and stability are still needed for genotypes that have the potential to participate in local breeding programs. By associating studies of genetic parameters and adaptability and stability, breeders may make more assertive decisions to launch adapted and stable cultivars, as well as select the most suitable genotypes to direct crosses. The Savanna, the second largest Brazilian biome and where the experiments were conducted, has a fundamental role in the development of national agriculture. It is currently responsible for almost half of the production of soy and corn produced in Brazil. This work was based on the need to generate information about the genotypes studied in the region, estimating the genetic, phenotypic, environmental and adaptability and stability parameters of 17 barley (two rows of grain) genotypes. These were conducted under irrigation in the Cerrado, for use in improvement programs at Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). Cultivated from May to September in the years 2012 to 2015, and in the year 2017, the experiments were implemented in two distinct experimental areas of Embrapa in the Distrito Federal: Secretaria de Inovação e Negócios – Fazenda Sucupira (SIN), Riacho Fundo II – DF; e Campo Experimental da Embrapa Cerrados (CPAC), Planaltina-DF. The experiment was established in Randomized Blocks with four replications under irrigation via central pivot. The heritability values (h^2) in a broad sense verified and taking into account the low values of the coefficients of environmental variation, it is possible to infer that the experiment had adequate environmental control. It was found that the genotypic correlations, for almost all characters, allowed a greater contribution of genetic factors to influence the expression of the characters. The genotypes PFC 2006053 and PFC 2006054 stand out for presenting, for most characteristics, wide adaptability and high stability. These outperformed both the witnesses and the overall average of the experiment.

Keywords: *Hordeum vulgare* L., genetic parameters, adaptability and stability, heritability, genetic improvement.

1 INTRODUÇÃO

A cevada (*Hordeum vulgare* L.), o trigo, a ervilha e a lentilha estão entre os grãos mais antigos domesticados pelo homem (SMITH, 1998). Conforme relato de Baik & Ullrich (2008), a mais antiga evidência arqueológica de cultivo de cevada foi encontrada na região do Crescente Fértil, seu centro de origem, no Oriente Médio, há aproximadamente 10.000 anos. Por volta de 6.000 a.C., houve relatos de cevada hexástica (seis fileiras de grãos) e de cevada nua (pálea e lema não aderidas ao grão) (SMITH, 1995).

Com um enorme potencial de adaptação, a cevada é, indiscutivelmente, o cereal com maior capacidade de desenvolvimento em diferentes latitudes e altitudes, desde as áreas mais elevadas até às regiões desérticas, tornando-se, por consequência, desde seu primeiro uso até hoje, uma importante fonte de energia para alimentação. Como exemplos de países com situações geográficas distintas onde a cevada exerce essa função, tem-se: Himalaia, Etiópia, Marrocos, Inglaterra, Rússia e Índia (BAIK & ULLRICH, 2008).

Largamente utilizada na indústria brasileira para malteação, a cevada é um cereal de inverno que se destaca em todo o mundo. Cultivada há muitos anos pelo homem para sua alimentação e principalmente para alimentar os animais criados para o fornecimento de carne, couro e lã.

O cultivo da cevada no Cerrado traz diversos benefícios não verificados na região Sul, onde concentra-se a maior produção brasileira atualmente. As sementes produzidas no Cerrado são mais saudáveis, por exemplo, sem a presença de doenças como o *Fusarium graminearum* – produtor de micotoxinas nocivas aos animais e homens quando o grão é consumido diretamente. Consegue-se manejar este fungo através da lâmina de água aplicada nos estádios próximos à colheita, com menor uso de defensivos, maior eficiência do uso de água e melhor controle de plantas daninhas por supressão através da palhada. Outro benefício importante é a ausência de dormência ou dormência reduzida, que possibilita o plantio logo após a colheita e o beneficiamento, por conseguinte, permite a malteação industrial imediata, dispensando longos períodos de armazenamento para completar a maturação dos sementes (AMABILE, 2007).

A cevada vem demonstrando adaptação às condições edafoclimáticas do Cerrado do Brasil central, e já conta com mais de 30 anos consecutivos de plantio na região, subsidiados pelas ações de pesquisa e desenvolvimento realizadas na Embrapa. Estas ações têm evidenciado o potencial produtivo do cereal no bioma, a qualidade e sanidade dos grãos e a possibilidade de

incorporação ao sistema irrigado de produção, sendo mais uma alternativa de plantio no inverno.

Geralmente, o aumento da produtividade é o foco dos trabalhos de melhoramento genético, juntamente com outras características de interesse como qualidade dos grãos, resistência a pragas, resistência ao acamamento, entre outras (AMABILE & FALEIRO, 2014). A produtividade, por ser uma característica poligênica, de baixa herdabilidade e altamente influenciada pelo ambiente, nos ciclos de seleção e recombinação, são necessários experimentos com repetições, de preferência em diferentes locais. Esta característica depende de vários fatores como da resposta ao manejo de adubação, irrigação, índice de colheita, adaptação ampla e resistência a doenças (CAMARGO et al., 1995).

Tendo em vista a necessidade dos estudos da interação genótipo x ambiente, para a avaliação e seleção de genótipos para aumento da produtividade, uma solução para obtenção de dados mais precisos e acurados que auxiliem na tomada de decisão é a instalação de ensaios em vários locais e anos. Com isso, conseguimos obter informações adicionais sobre adaptabilidade e estabilidade. Estes estudos são também importantes para subsidiar a recomendação de cultivares aos agricultores, reduzindo os riscos na produção agrícola e aumentando a garantia de rentabilidade na safra (MURAKAMI et al., 2004).

Cada programa de melhoramento tem um objetivo, ou um conjunto de objetivos a serem atingidos. No caso da cevada, pode ser trabalhada para plantio em sequeiro ou irrigado e para as mais variadas altitudes, latitudes e longitudes, com ciclo de primavera ou inverno e também para as mais variadas utilidades, como alimentação humana, animal ou malteação para a produção de cerveja. É notório que com tantas variações, um genótipo dificilmente terá aptidão para ser trabalhado nos diversos ambientes e sozinho atender todas estas finalidades.

Neste trabalho, objetivou-se estimar parâmetros genéticos e avaliar a adaptabilidade e estabilidade de genótipos elite de cevada em quatro anos consecutivos (2012-2015) e dois locais, totalizando oito ambientes, nas condições do Cerrado do Brasil Central. As informações obtidas também serão utilizadas para subsidiar a seleção de genótipos para direcionar cruzamentos a fim de obter cultivares mais adaptadas às diferentes condições edafoclimáticas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Cevada

2.1.1 Taxonomia e botânica

A cevada (*Hordeum vulgare* L.) é uma conhecida gramínea, pertencente à família Poaceae, da tribo Triticeae e do gênero *Hordeum*, o qual é composto por 32 espécies descritas (BOTHMER et al., 1991). A espécie *H. vulgare* é constituída pelas subespécies *H. vulgare* L. ssp. *spontaneum* (C. Koch) (cevas de ráquis frágil, em geral silvestres) (MOLINA CANO, 1989), *H. vulgare* ssp. *vulgare* L. (hexásticas – seis fileiras de grãos) e *H. vulgare* ssp. *distichum* (dísticas – duas fileiras de grãos), sendo que as subespécies *distichum* e *vulgare* tem cultivos em escala comercial.

O gênero *Hordeum* tem como característica possuir três espiguetas uniflorais e ráquila unida ao grão. A espiguetas central é fértil, as laterais, no entanto, se caracterizam por ser usualmente estéreis. Desde 8.000 a.C. já se tem relatos da cevada dística (COVAS, 1949). Posteriormente, por volta de 6.000 a.C., resultante de mutação na fertilidade das espiguetas laterais da cevada dística, relata-se a presença de cevada hexástica, bem como a cevada nua (cujo grão não é aderido a pálea e a lema) (Smith, 1995). As espiguetas são protegidas pela pálea e lema – que pode apresentar arista ou não. Nas hexásticas, mesmo as espiguetas laterais são férteis.

A cevada é uma planta anual e diploide ($2n = 14$), autógama, hermafrodita e apresenta cleistogamia. É uma planta herbácea e, como relatado acima, a espiga pode conter duas (dísticas) ou seis fileiras (hexásticas) de grãos. As aristas podem ou não estar presentes, podem ainda ser lisas, ásperas ou semi-ásperas. Em sua maioria, o grão esta aderido à pálea e à lema, e quando isso não ocorre, temos a chamada cevada nua. A coloração é variável e podem apresentar ráquila longa ou curta. As folhas das plantas são de coloração verde, alternas, compridas e largas e as bainhas envolvem o colmo por completo. A lígula e especialmente a aurícula permitem diferenciá-la de outros cereais porque são glabras, abraçam o colmo e podem estar pigmentadas por antocianinas (DINIZ, 2007).

A constituição genética vem sendo alterada com o objetivo de adaptar-se a diferentes condições de climas e solos, diferentes sistemas produtivos e diferentes usos do grão. Ao longo desta jornada, a variabilidade genética permitiu passos para o avanço do melhoramento desta espécie. Isso é percebido pelo volume de produção que ocupa no cenário mundial de produção de alimentos (CAIERÃO, 2008).

2.1.2 Centro de origem

O centro de origem primário da cevada é a região do Crescente Fértil, que compreende, atualmente, a parte Central de Israel, Oeste da Jordânia, Líbano, Síria, Sudeste da Turquia, Norte do Iraque e as montanhas de Zagros a Oeste do Irã.

Devido à grande capacidade adaptação desta espécie, atualmente essa gramínea pode ser encontrada nas diferentes condições de relevo e clima mais extremos existentes no mundo. Desde os limites do Círculo Polar Ártico, nos Altiplanos do Tibete a 4.600 m de altitude, até os climas áridos como o do deserto do Saara ou até mesmo nas planícies da Índia (BOTHMER et al., 2003), demonstrando sua “coevolução” com o homem.

A cevada é uma das espécies cultivadas que apresenta uma das faixas geográficas, de possibilidade de cultivo, mais amplas. Mais que quase todas as outras espécies de culturas. Desde os mais altos cumes com possibilidades de utilização da terra até o litoral, variando entre as mais altas latitudes norte / sul até os trópicos (PAULITZ & STEFFENSON, 2011).

2.1.3 Situação brasileira e mundial da cevada

A cevada é cultivada no Brasil desde os anos de 1930. Na década de 1970 houve um imenso incremento na área cultivada do grão pois em 1976 foi lançado o PLANACEM – “Plano Nacional de Autossuficiência de Cevada e Malte”, pelo governo brasileiro, visando acabar com a dependência de importação do malte e de cevada (EMBRAPA, 1987). Com o incentivo governamental, foram introduzidas novas cultivares no mercado para atender a demanda do Brasil Central, o que culminou em aumento de produtividade, com uma estabilidade média das áreas plantadas ao longo dos anos de 1976 a 2010, com alguns picos normais de variação.

Com o PLANACEM foram desenvolvidas cultivares para o plantio no Cerrado brasileiro. Alguns produtores aderiram à novidade e começaram a cultivar cevada no Cerrado, à princípio apenas proporcionando uma nova cultura para rotação, favorecendo os plantios subsequentes, como o caso do trigo mourisco. Como se mostrou viável economicamente, as áreas cultivadas vêm crescendo gradativamente, mas segundo Silveira (2019), ainda há pouca disponibilidade de cultivares adaptadas ao bioma com toda logística de produção e comercialização de sementes (SILVEIRA, 2019).

A presença da Embrapa no Brasil tem uma relevância significativa para a cevada, assim como em outras culturas, pois 91% da cevada plantada é proveniente do programa de melhoramento genético liderado pela Embrapa. Apesar de todos os esforços da instituição, dos

pesquisadores e dos produtores, ainda não se consegue produzir nem 50% do volume total demandado pelo país.

A introdução da cevada cervejeira no Cerrado se deu na década de 70, com dois objetivos básicos a serem cumpridos na ocasião: primeiramente desejava-se melhorar a balança comercial de produção de cevada para produção de malte; e além disso oferecer ao produtor do Cerrado, uma cultura alternativa para a produção irrigada no inverno, que vinha se tornando comum e rentável a época, assegurando assim, uma produção total mais sustentável (AMABILE, 2007).

Em condições experimentais, as produtividades têm se mostrado altas, superando os 9.000 kg ha⁻¹ (AMABILE et al., 2007), muito superior à média nacional de 3.612 kg ha⁻¹ em 2019 (CONAB, 2019). As cultivares disponíveis para cultivo irrigado são: BRS 180 (SILVA et al., 2000), BRS 195 (BRS 195, 2006), BRS Deméter (AMABILE et al., 2008b), BRS Manduri (MINELLA, 2011), BRS Sampa (MINELLA et al., 2009) e BRS Savanna (AMABILE et al., 2013).

No ano de 2018, a área plantada no Brasil foi de 111,9 mil hectares, sendo 55,7 mil hectares no Paraná, 0,6 mil em Santa Catarina e 55,6 mil hectares no Rio grande do Sul. Com uma produção de 353,5 mil toneladas, tendo como maior produtor o Paraná com 219,2 mil toneladas seguido do Rio Grande do Sul com 132,1 mil toneladas e Santa Catarina com 2,2 mil toneladas (CONAB, 2019).

Em 2019, a área plantada no Brasil foi de 118,8 mil hectares, sendo 60,7 mil hectares no Paraná, 1,4 mil em Santa Catarina e 56,7 mil no Rio grande do Sul. Com uma produção média de 429,1 mil toneladas, tendo como maior produtor o Paraná com 245,2 mil toneladas seguido do Rio Grande do Sul com 180,1 mil toneladas e Santa Catarina com 3,8 mil toneladas. De 2018 para 2019, houve incrementos na área plantada (4,6%), na produtividade (12,6%) e por consequência na produção brasileira, com aumento de 63 mil toneladas (17,8%) de acordo com o Boletim de Grãos de outubro da Conab (2019). O crescimento ao longo dos anos demonstra que a demanda é crescente e que o mercado está em franca expansão, mas que atualmente, a maior área plantada ainda é no Sul do país, principalmente Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina.

Entretanto, a maior média de produtividade foi em 2016, com 3.921 kg ha⁻¹, e uma área de 95,6 mil hectares, contabilizando 8,55% a mais que em 2019. A maior área plantada foi em 1981 com 161 mil hectares. Comparando o ano em que a produção de cevada obteve a maior área plantada (1981) e o ano em que alcançou os maiores valores de produção (2019), teve uma

diminuição de área em 26,2%, e o aumento na produção de 324% (CONAB, 2019), evidenciando o papel do melhoramento genético no incremento de produtividade.

A produção mundial de cevada está concentrada na Europa, América do Norte e Ásia, tendo a Rússia como maior produtor. Desse volume, 65,8% são destinados para alimentação animal, 18,9% ao processamento industrial, 6,9% a reserva de sementes, 4,7% a alimentação humana direta e 0,4% a outros usos. No caso do Brasil, concentrado nas regiões Sul e Sudeste, 95% da colheita é destinada a fins cervejeiros (MORI & MINELLA, 2012).

2.1.4 Uso da cevada

A cevada é uma cultura com múltiplos usos e de grande versatilidade. Mundialmente é utilizada em sua maioria na alimentação animal na forma de consumo direto da palhada ou dos grãos, na forma de feno, de silagem, ou integrando rações. O segundo maior consumo é na indústria, como principal matéria prima para indústria de bebidas. A terceira maior utilização é para o plantio (sementes). Tem-se ainda outros usos, sendo partícipe na fabricação de medicamentos, produtos dietéticos, na alimentação humana (com grãos contendo alto teor de fibra solúvel) na forma de flocos ou farinhas na composição de produtos infantis, panificação e sucedâneos de café.

É um cereal de inverno com grande importância econômica no mundo. Um exemplo de utilização para consumo animal, foi o lançamento em 2007 da variedade “Herald”, especificamente para alimentação de peixes (BREGITZER et al., 2007). A cevada nua é preferencialmente utilizada na alimentação de aves e suínos devido ao maior teor proteico e por não apresentar casca aderida ao grão, fator este que contribui para a diminuição da ocorrência de infecção nesses animais (BLAKE et al. 2010) advindas da pálea e da lema.

Apesar dos diversos atributos positivos do grão para a alimentação humana, sua utilização é baixa pela indústria alimentícia em geral. Taylor (1918) relatou que ao longo dos anos, com o desenvolvimento socioeconômico da população, a preferência de grãos para produção de pães por exemplo, passou da cevada ao centeio e posteriormente ao trigo. Apesar de a cevada ser rica em fibra, conter baixos teores de gorduras saturadas e trans, e ser uma fonte de antioxidantes, e com isso prevenir doenças cardiovasculares através da redução do colesterol sérico.

Em função de alternativas mais baratas de alimentação animal e humana no Brasil, como o milho e a soja, mais de 95% da cevada é cultivada para fins cervejeiros (BOROWSKI, 2012; FERREIRA, 2015).

2.1.4.1 Produção cervejeira

A produção de malte pode ser realizada através de outros cereais, porém a cevada é mais utilizada por possuir níveis desejados de amido, proteína e enzimas necessárias para a malteação e posteriormente a mosturação. Segundo Schwarz & Li (2011), o grão ideal para a produção de malte cervejeiro deve conter entre 60% e 65% de amido e entre 10,5% e 13,5% de proteína.

Após todos os processos de implantação, manutenção e colheita, os grãos de cevada passam por mais algumas avaliações, visando ao mercado para o qual se destina. A maioria da produção no Brasil destina-se à indústria cervejeira, por isso a maior parte da cevada produzida e consumida no mercado interno é para produção de malte, trazendo à tona a importância do viés industrial cervejeiro.

O programa de melhoramento genético de cevada cervejeira, iniciado em 1977 pela Embrapa Trigo, atua fortemente no intuito de atender as necessidades dos produtores e o padrão de qualidade exigido pela indústria. Atualmente as maiores áreas no Brasil são cultivadas com as cultivares BRS Brau, BRS Elis e BRS Cauê (MINELLA, 2016).

A cevada dística teoricamente é preferível para a produção de malte cervejeiro pelo fato de geralmente apresentar maiores valores para peso de mil sementes (PMS) e consequentemente maiores porcentagens de classificação comercial de grãos de primeira, teores de proteína levemente inferior e com proporções maiores de amido. As cultivares hexásticas, apresentam alguns benefícios: têm maior resistência ao acamamento, têm mais grãos por espiga, mas não necessariamente são mais produtivas, geralmente de menor porte e maior resistência às doenças foliares (BOWMAN et al., 2001). No entanto, tem-se demonstrado, através do melhoramento de plantas, o potencial de cultivares hexásticas para as condições irrigadas em relação a qualidade de malte (AMABILE et al., 2014). Sayd (2011) verificou a interação do ambiente na qualidade malteira, em que diferentes épocas de semeadura afetaram o comportamento do teor de proteína, beta-glucanas e outras características malteiras em quatro cultivares com viés cervejeiro.

O cultivo do grão no Cerrado traz alguns benefícios não verificados em regiões do Sul do país como sementes mais saudáveis, quanto a doenças e sementes que não apresentam dormência pós-colheita, o que possibilita o plantio assim que colhidas e beneficiadas, além da imediata malteação dos grãos economizando tempo e recursos para as indústrias (AMABILE, 2007).

Os hábitos de consumo da população têm mudado ao longo do tempo e os produtos derivados da cevada, principalmente a cerveja, estão em alta. O Brasil já conta com 5.254

produtos de cervejarias registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, distribuídos em cerca de 80 tipos diferentes de cerveja. As cervejas artesanais têm se destacado como bebida e é apreciada cada vez mais pela população (MINELLA, 2016).

O Brasil assume o terceiro lugar em produção de cerveja a nível mundial, com uma produção anual de 14 bilhões de litros. Atualmente o mercado cervejeiro é responsável por 1,6% do PIB nacional e têm surgido um grande número de micro cervejarias em todo território, principalmente na região Sul do país. Há onze anos, a quantidade de cervejarias no país não ultrapassava uma centena, contudo, em 2019 foram contabilizadas mais de 1000 cervejarias (BRASIL, 2020). Em 2015, a produção nacional supria aproximadamente 43% das necessidades e demanda do mercado das indústrias cervejeiras brasileiras, necessitando novas fronteiras de plantio para o grão, incentivando a implantação do cultivo no Cerrado. Com a facilidade de mecanização, experiência na produção local e facilidade de escoamento logístico regional, aliados ao déficit do produto na balança comercial brasileira, foram fortes alavancas para o crescimento do estudo e cultivo da cevada no Cerrado.

Em 2018, houve um grande crescimento para o setor cervejeiro, com a outorga de aproximadamente 6.800 registros de produtos para cerveja, o que torna a demanda ainda mais alta (BRASIL, 2020). De acordo com a Conab (2019), a região Sul, grande produtora de cevada, enfrentou algumas mudanças ambientais que culminou em problemas climáticos, como geadas na época da florada e excesso de chuva na colheita, elevando assim, o custo de produção. Esse fator foi determinante para queda de produtividade da região, o que não ocorre no Brasil Central no período em que a cevada é cultivada.

2.2 Cerrado

O termo Cerrado é comumente utilizado para designar o conjunto de ecossistemas (savanas, matas, campos e matas de galeria) que ocorrem no Brasil Central (EITEN, 1977; RIBEIRO et al.,1981). Este bioma é o segundo maior em área do território brasileiro, e está localizado predominantemente no Planalto Central do Brasil, ficando atrás apenas da Floresta Amazônica Ribeiro & Walter (2008). Ocupa 21% do território nacional e é considerado a última fronteira agrícola do planeta (BORLAUG, 2002). É um complexo vegetacional que possui relações ecológicas e fisionômicas com outras Savanas tanto da América tropical quanto de continentes como África e Austrália (ALLEM & VALLS, 1987; BEARD, 1953; EITEN, 1972).

O Cerrado engloba, em área contínua, os estados de Goiás, Tocantins e o Distrito Federal, tem partes em alguns outros estados brasileiros como da Bahia, Ceará, Maranhão, Mato

Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Piauí, Rondônia e São Paulo. Partes de alguns estados em áreas disjuntas ao norte nos estados do Amapá, Amazonas, Pará e Roraima, e ao sul, em pequenas "ilhas" no Paraná. Em outros países também tem biomas com características semelhantes como na Bolívia, Venezuela, Paraguai, Austrália e países no continente Africano. Ao longo do tempo, com suas mudanças geológicas e ecológicas, como acontece com outras vegetações, ocorreram as formações florestais do bioma Cerrado (RIBEIRO & WALTER, 1998). Essas vegetações englobam espécies arbóreas e formação de dossel. Próximo aos cursos de água, existem a mata ciliar que vem desde a margem até o leito maior. A mata de galeria se forma quando os cursos dos rios são de pequena extensão e as árvores se tocam, formando verdadeiras galerias embaixo das árvores. Essa última ocorre tanto em terrenos bem drenados quanto em mal drenados. A Mata Seca e o Cerradão ocorrem nos interflúvios, em terrenos bem drenados (RIBEIRO & WALTER, 1998).

Devido a sua grande extensão e diversidade de microambientes com diferentes características, a heterogeneidade espacial (a variação dos ecossistemas ao longo do espaço) seria um fator determinante para a ocorrência de diversos números de espécies no Cerrado que ainda detém muita de sua diversidade original. Isso varia ao longo do tempo e espaço e estudos indicam que o Cerrado brasileiro representa algo em torno de 20 a 50% (KLINK & MACHADO, 2005) das espécies de todo território nacional. Isto demonstra a expressividade da biodiversidade do Cerrado. Os ambientes do Cerrado variam significativamente no sentido horizontal, sendo que áreas campestres, capões de mata, florestas e áreas brejosas podem existir em uma mesma região.

De acordo com Klink e Machado (2005), o Cerrado é a mais diversificada entre as Savanas tropicais mundiais, visto que 44% da flora é endêmica, devido a existência de um leque de habitats e alternância de espécies. Para demonstrar com exemplos, um inventário florístico revelou que das 914 espécies de árvores e arbustos registradas em 315 localidades de Cerrado, somente 300 espécies ocorrem em mais do que oito localidades, e 614 espécies foram encontradas em apenas uma localidade (RATTER et al., 2003).

Os solos do Cerrado são em sua maioria profundos e bem drenados, tem boa estrutura física e são pouco acidentados permitindo a mecanização agrícola (GOEDERT, 1983). Entretanto, o solo no geral é pobre, tem expressiva acidez devido à presença de óxidos de ferro e alumínio, apresentam baixos teores de nutrientes, principalmente fósforo e não tem muita matéria orgânica, já que o clima quente e úmido é favorável à rápida degradação, fazendo com que os solos apresentem baixa capacidade de troca catiônica (CTC). Portanto, agronomicamente é um solo que precisa ser trabalhado para que seja aproveitado todo seu

potencial estrutural e o relevo plano. Torna-se necessária a correção da acidez e da fertilidade. O plantio direto é uma excelente alternativa para os solos cultivados manterem-se cobertos evitando a lixiviação e com todas as técnicas necessárias empregadas, hoje o Cerrado é responsável por grande parte da produção de grãos do Brasil. A região Centro-Oeste, onde o Cerrado é o principal bioma, responde atualmente por mais da metade da produção total brasileira de milho, com 55.586.000 t, e aproximadamente metade da produção nacional de soja, com 58.898.000 t do grão.

O clima dessa região é estacional e tem-se um período quente e úmido (chuvas), que dura de outubro a março, seguido por um período frio e seco (sem chuvas), de abril a setembro. A precipitação média anual é de 1.500 mm e as temperaturas do ar são geralmente amenas ao longo do ano, entre 22 °C e 27 °C em média (KLINK & MACHADO, 2005). O inverno no Cerrado do Brasil Central é seco, apresenta baixas temperaturas e baixa umidade do ar, com condição favorável à produção de cevada e outras culturas de inverno com o fornecimento de água adequado para cada cultura via irrigação. Esta opção vem se destacando como cultura alternativa devido a sua adaptação às condições de solo e clima desta região (CHRISTOFIDIS, 2006).

Como mencionado, o inverno do Cerrado é seco, e praticamente é nula a precipitação nesse período. Sendo assim, o cultivo da cevada deve ser obrigatoriamente, irrigado. Alguns benefícios desse modo de cultivo se evidenciam tão logo são colhidos os primeiros grãos, onde há uma notória qualidade sanitária, já que não há riscos de colheita em períodos chuvosos, além de um controle de doenças via lâmina de irrigação. Além disso, não ocorrem geadas no período de cultivo da cultura.

A cevada produzida no Centro-Oeste traz mais algumas vantagens. É mais uma excelente alternativa para a rotação de culturas, é uma cultura adaptada ao cultivo de inverno como poucas no Brasil Central, produção de palhada para o sistema que pode ter interesse direto, como o consumo animal, ou mesmo a manutenção de cobertura vegetal que auxilia no sistema de plantio direto para as culturas de verão, minimiza o estresse hídrico, incorpora matéria orgânica e auxilia no aumento da CTC além do controle de ervas daninhas por supressão (AMABILE et al., 2014), e principalmente o fornecimento de malte de qualidade e suficiente para que seja atendida a demanda nacional, visto o grande consumo no país pós-processada, tendo assim mercado praticamente garantido quando produzida nos níveis desejados de qualidade.

O principal fator contribuinte para a obtenção de cultivares que atendam as características específicas como as do Cerrado, são as interações genótipo x ambiente, sendo o

fator ambiente dependente de outros fatores como local de cultivo, ano agrícola, entre outros. Essas interações podem ter menor relevância quando são utilizados locais mais homogêneos e são avaliadas características monogênicas. Dessa maneira, podemos ter interações de genótipos em diferentes anos e localidades para a maioria das características agronômicas, podendo ocorrer interação G x L (Local), G x AN (Ano Agrícola) e também G x L x AN. É comum que a interação G x AN seja de maior magnitude que a G x L, principalmente quando os locais estão situados em uma pequena região (BORÉM & MIRANDA, 2013).

2.3 Parâmetros Genéticos

Quando se executa um programa de melhoramento é essencial que se quantifique a variabilidade genética e que se estime os parâmetros genéticos. Parâmetro, segundo (RAMALHO et al., 2000), é uma constante inerente a uma população, cujo valor real é desconhecido. As diferentes estratégias do melhoramento são avaliadas pela estimação dos parâmetros genéticos conhecidos e da estrutura genética, mantendo-se apropriada base genética, selecionando adequadamente os genótipos e atribuindo o quanto de valor cada característica tem, ou em separado ou em conjunto, nas seleções que se fazem necessárias (OLIVEIRA et al., 2006).

Os resultados dos parâmetros genéticos obtidos através das análises estatísticas dos dados quantificam a magnitude da variabilidade, bem como, o quanto destes caracteres desejáveis são herdados. Com base nos resultados avaliados pode-se promover o planejamento e o avanço de um programa eficiente de melhoramento genético (VENCOVSKY & BARRIGA, 1992). Quando se estima os parâmetros genéticos, os resultados obtidos, somente são válidos para determinada amostra e ambiente experimental da população avaliada. Na estimação das variâncias genéticas, tanto os ambientes como os genótipos devem representar amostras representativas da área geográfica de estudo e da população respectivamente (COCKERHAM, 1956; ROBINSON & COCKERHAM, 1965).

A estimativa dos parâmetros genéticos de uma população permite quantificar os diferentes efeitos genéticos, ambientais e também da interação genótipo x ambiente no fenótipo de características de interesse para o melhoramento. Além de quantificar a precisão e acurácia da avaliação fenotípica e possibilidades de obtenção de ganhos genéticos em ciclos de seleção e recombinação em programas de melhoramento. Assim, a seleção eficiente não depende apenas da existência de variação genética entre os genótipos, mas também do controle e

avaliação experimental para minimizar e quantificar os efeitos ambientais na expressão fenotípica das características de interesse (FALCONER & MACKAY, 1996).

A definição do plano que será executado nos experimentos e também na forma de organização das unidades experimentais se traduz no tipo de delineamento experimental e com isso pode-se identificar essas diferentes fontes de variação (RAMALHO et al., 2000; OLIVEIRA et al., 2006).

Após a implantação correta das unidades experimentais e vislumbrando a ótica das variâncias genotípica e fenotípica é importante caracterizar o fenótipo em genética quantitativa. Isso se dá por que grande parte da identidade a campo de um genótipo determina-se por uma gama de genes influenciados fortemente pelo ambiente. Esta influência é consequência da interação do genótipo mais o ambiente na manifestação um determinado fenótipo. Tal que, na genética quantitativa, busca-se saber qual a proporção da variação fenotípica está se referindo à genética e qual se refere ao ambiente (BESPALHOK et al., 1999).

Por meio das estimativas dos parâmetros genéticos de uma característica quantitativa, podem ser obtidas informações sobre a herdabilidade das características dos genótipos ou da população, as correlações entre as características avaliadas e também a existência ou não da interação G x A (RESENDE et al., 2002). A herdabilidade é a proporção de variância genética sobre a variância fenotípica total, ou seja, a proporção herdável da variabilidade total. Esta proporção herdável é alterada pelo efeito do ambiente. Portanto, com o aumento da variabilidade proporcionado pelo efeito do ambiente, a seleção de novos genótipos torna-se mais difícil (BESPALHOK et al., 1999).

A herdabilidade pode ser analisada sob duas perspectivas: em sentido amplo e em sentido restrito. A relação entre a variância genotípica (σ^2g) e a variância fenotípica (σ^2f) fornece a proporção herdável do todo da variabilidade, de sorte que fornece a perspectiva de sentido amplo da herdabilidade (h^2) (BESPALHOK et al., 1999). A herdabilidade não é nada mais que a proporção da variabilidade total que cabe aos genes (BORÉM & MIRANDA, 2013). Para uma característica quantitativa, a base genética ou controle genético abrange os mecanismos genéticos responsáveis pela sua herança, tais como o conhecimento da magnitude das estimativas de herdabilidade, das associações genéticas entre caracteres – através da covariância, a interações genéticas com o ambiente, entre outros (RESENDE et al., 2002). O coeficiente de herdabilidade, tanto no sentido amplo como no sentido restrito, pode variar de 0 a 1. Em $h^2 = 0$, infere-se que a variabilidade da característica não tem origem genética, portanto depositando a variabilidade no fenótipo exprimido naquele momento específico. Em $h^2 = 1$ ou

100%, todo o fenótipo foi determinado pelo genótipo, visto que pode se descartar a influência do ambiente na característica em questão (ALLARD, 1999).

Considerando essas informações, experimentos com o intuito de obter estimativas de h^2 devem ser realizados em ambiente semelhante aos que as estimativas serão aplicadas. Tal exigência evita que as estimativas da variância genética sofram interferência dos componentes da variância da interação entre genótipo e ambiente, componentes que estarão incluídos na variância fenotípica (BORÉM & MIRANDA, 2013).

As correlações medem o grau de associação entre duas características ou uma medida da variação conjunta entre essas características. Possibilitam verificar a eficiência do uso da seleção indireta de uma característica geralmente de menor herdabilidade e conseqüentemente de menor eficiência na seleção, com base em outra característica de maior herdabilidade. Essas correlações podem ser ainda positivas ou negativas. Quando elas são positivas, o aumento de um determinado caráter significa a ocorrência de aumento no caráter associado. Nas correlações negativas, o incremento de um caráter advém do detrimento de seu par correlacionado (STEEL & TORRIE, 1980).

A correlação fenotípica é mensurada, a partir de dois caracteres, em certo número de indivíduos de uma população. As correlações genéticas e ambientais para um mesmo caráter são frequentemente muito diferentes em magnitude e eventualmente diferentes de sinal. Isto indica que as causas da variação genética e de ambiente afetam os caracteres por meio de mecanismos fisiológicos diferentes (FALCONER & MACKAY, 1996).

Segundo Brewbaker (1964), a variação fenotípica total de uma característica é dada pela soma da variação ambiental e da variação genética, sendo esta originada dos efeitos aditivos e de dominância dos genes, além das interações gênicas. A variação genética, de acordo com Fisher (1919), pode ser dividida em três componentes: 1 - aditiva, em razão do efeito médio dos alelos; 2 - dominante, devido à interação entre os alelos do mesmo loco; 3 - epistática ou interativa, proveniente das interações entre alelos de locos distintos. Para efeitos de melhoramento, a parte aditiva é a mais relevante.

Resende & Duarte (2007) acreditam que para que se realize inferências acerca da qualidade experimental, não é suficiente observar apenas o valor do parâmetro coeficiente de variação ambiental (CV_e). Mesmo com baixa influência ambiental representada por baixos CV_e , outros resultados estatísticos, que também são influenciados pela variância genotípica (σ^2_g), como o coeficiente de variação genético (CV_g) e a acurácia seletiva (f_{gg}), são extremamente importantes para que a inferência seja a mais correta possível acerca do valor genotípico da população estudada, com base nas avaliações fenotípicas observadas. O coeficiente de variação

genético (CV_g) é um parâmetro que permite deduzir a magnitude da variabilidade genética presente nas populações e em diferentes caracteres (RESENDE et al., 2002) e a proporcionalidade do ganho em relação à média (FALEIRO et al., 2002).

No tocante à acurácia seletiva, como afirmaram Resende & Duarte (2007), para se alcançar valores considerados ideais (90% ou mais), conforme é preconizado por Steel & Torrie (1980), para que estatisticamente a inferência seja segura, os valores de F calculados para os genótipos devem ser maiores ou iguais a cinco. Na estimação de ganho por seleção, uma grande contribuição da genética quantitativa é a possibilidade de se estimar o ganho obtido com uma estratégia de seleção adotada no programa de melhoramento genético (BESPALHOK et al., 1999).

Analisando os parâmetros genéticos, os melhoristas buscam os genótipos estáveis e que possuam características morfoagronômicas ideais, mas, existe dificuldade na seleção de genótipos superiores pois os caracteres de importância agrônômica, geralmente, apresentam baixa herdabilidade e correlação entre si (CRUZ, 2013).

Devido a esta necessidade de genótipos mais adaptados e produtivos, o conhecimento e a avaliação de parâmetros genéticos faz-se necessária. Portanto, na genética quantitativa procura-se determinar qual a proporção da variação fenotípica que se refere ao genótipo e qual se refere ao ambiente, estimando o que pode ser transmitido e que é de interesse para o melhorista em cada programa de melhoramento.

2.4 Interação Genótipo x Ambiente

O sistema de todo organismo é complexo e depende primordialmente da constituição genética que carrega e de como se dará a ativação dos genes através de estímulos. A maioria dos estímulos são do ambiente em que se localiza, bem como do próprio organismo, como no caso hormonal. No caso das plantas, principalmente das cultivadas, tem-se fontes externas aos indivíduos que conseguimos controlar, como a água (irrigação), solo, fertilidade, época de plantio, entre outras. Mas também existem fontes que a campo, são impossíveis de modificar, como é o caso da temperatura ambiental. Então, todos esses efeitos que influenciam os indivíduos são estímulos para os genes se expressarem de uma determinada maneira, ou até mesmo, permanecerem inexpressivos.

O genótipo pode ser conceituado, em uma visão sistêmica, como sendo o conjunto de indicativos físico-químicos do desenvolvimento. São internos e permitem que seu fenótipo seja construído com semelhança às gerações anteriores, dependendo das interações ambientais. O

fenótipo por sua vez é a característica aparente do organismo em um dado momento do desenvolvimento. É fruto das interações entre herança com aspectos aleatórios do desenvolvimento (SILVA, 2017).

Os conceitos de genótipo e fenótipo se modificaram ao longo dos anos com o desenvolvimento da genética molecular, especialmente entre os anos 1980 e 1990 e na virada do último século. Sabe-se, nos dias atuais, que a atuação dos genes para expressão fenotípica se dá de uma maneira complexa. Entretanto, com a ampliação do conhecimento da genética molecular e de outras áreas de pesquisa das últimas décadas, evidencia-se que a expressão do genoma acontece com a atuação conjunta de proteínas e estímulos ambientais. Deste modo, o fenótipo não se resume apenas ao produto da expressão do genótipo, mas também é um instrumento participante nos complexos processos de transcrição (SARÀ, 2002).

Por um longo período, os geneticistas acreditaram que a contribuição genética, em quase sua totalidade, é que determinava o indivíduo. Entretanto, como relata Rutherford (2000) os novos caminhos da genética apontam que mesmo as vias altamente importantes e altamente conservadas de processos considerados essenciais podem sofrer mudanças e alterar minimamente ou até mesmo gerar consequências significativas para o fenótipo dos organismos. De acordo com Borém & Miranda (2013), o ambiente é a junção de todos os fatores que afetam o desenvolvimento das plantas e que não são de origem genética. Por isso, podemos ter efeitos expressivos no melhoramento vegetal, se conseguirmos controlar o ambiente para expressão de características essencialmente genotípicas, ou o mais próximo disso possível.

As espécies agrícolas podem ser melhoradas com base em dois tipos de características: as qualitativas e as quantitativas. As qualitativas são aqueles governados por um ou poucos genes. Já as quantitativas, são poligênicas em sua maioria (RAMALHO et al., 2000), e são mais trabalhadas em geral nos programas de melhoramento, como é o caso de rendimento de grãos, peso de mil grãos e altura.

Os caracteres quantitativos ou poligênicos são aqueles governados por múltiplos genes (SATO et al., 2001). Também chamados de poligenes – genes de características complexas ou locos de caracteres quantitativos (QTL – “Quantitative Trait Loci”). A expressão das suas características, em sua maioria, tem forte influência ambiental, o que dificulta a identificação dos genótipos com base apenas no fenótipo observado. Além disso, ao analisar uma população segregante, é difícil a separação em classes distintas pois observa-se que os caracteres de herança quantitativa apresentam distribuição contínua de fenótipos, ou seja, há vários fenótipos entre os tipos extremos de indivíduos encontrados em uma população (RAMALHO et al., 2000).

A alteração no desempenho dos genótipos, em uma população estabilizada de plantas, em virtude das diferenças ambientais é denominada interação genótipo x ambiente (G x E) (BORÉM & MIRANDA, 2013).

Tendo isso como parâmetro, deve-se primeiro ter em mente o objetivo do trabalho de melhoramento. Pode buscar tanto cultivares produtivos em um amplo aspecto de ambientes, como é o caso da BRS 195, quanto cultivares extremamente adaptados a um ambiente específico. No primeiro caso, deve-se buscar baixas interações G x E, e no segundo caso altas interações (BORÉM & MIRANDA, 2013).

Torna-se necessário então um cuidado ao analisar os dados provenientes destas condições, e levar em conta, caso estas interações forem significativas, o efeito do ambiente. Distinguindo-se o quanto do fenótipo vem do ambiente e o quanto é realmente a expressão dos genes do indivíduo, torna-se mais fácil a tomada de decisão do melhorista.

A interação G x E pode ser decomposta em simples e complexa. A primeira é proporcionada pela diferença entre os genótipos nos ambientes. A segunda é dada pela falta de correlação entre os genótipos. E nesse segundo caso, é que a interação apresenta dificuldades ao melhorista. Esse resultado representa uma inconsistência da expressão fenotípica nos diferentes ambientes, ou seja, há genótipos superiores em um ambiente, mas não em outro. Isso torna difícil tanto a seleção, quanto a recomendação do mesmo (CRUZ & REGAZZI, 1997). No caso de seleção para um ambiente específico, essa interação pode ser capitalizada, visto que da interação pode-se obter vantagem de determinado genótipo naquele ambiente.

Como exemplificação do exposto, temos o trabalho de Amabile et al. (2008b) que observaram a influência do efeito ambiental (ano) sobre o desempenho de BRS Deméter nas condições irrigadas no Cerrado. Para a característica Rendimento, entre 2001 a 2006, variou de 5.035 kg.ha⁻¹ em 2002, a 8.924,3 kg.ha⁻¹ em 2004. Mais uma característica influenciada pelo efeito do ano foi a CL1 (classificação comercial de grãos de primeira), variando de 84,7% (2004) a 96,7% (2006). Outras características não estudadas neste trabalho, mas de grande importância para a produção de malte, foram alteradas ao longo dos anos em diferentes experimentos no Cerrado e observadas por Sayd (2011), por exemplo, afetando as características malteiras e o teor de proteína dos grãos.

Logo, em se tratando de Cevada sob irrigação no Cerrado, é esperado que os fatores abióticos, em sua maioria, sejam controláveis, ou previsíveis. A cevada é cultivada no Cerrado no inverno, período seco e praticamente sem chuvas na região do Brasil Central. Com isso já existe o controle da irrigação e sabe-se da ocorrência de baixas temperaturas neste período. Com o controle da lâmina de água, por consequência, minimiza-se doenças. O solo é conhecido

através de análise e geralmente já corrigido, pois áreas irrigadas por pivô central são de uso intensivo na região. É de se esperar um bom controle ambiental e por conseguinte uma expressão fenotípica com alta correlação genética.

2.5 Diversidade genética

Para que uma espécie seja utilizada com eficiência em um programa de melhoramento genético, é importante conhecer a divergência genética do conjunto de germoplasma disponível, fazendo-se necessário o estudo de características morfológicas e agronômicas das plantas cultivadas (ELIAS et al., 2007). O que possibilita identificar a variabilidade genética dos acessos e gerar informações úteis para sua preservação e uso (GUERRA & ROCHA, 2004).

A identificação de melhores genótipos com características desejáveis e seu uso subsequente em programa de melhoramento genético e estabelecimento de critérios de seleção adequados podem ser úteis para o desenvolvimento de variedades de sucesso no programa de melhoramento. A avaliação da extensão da variabilidade genética na cevada é fundamental para a criação de programas e conservação de recursos genéticos, e é particularmente útil como um guia geral na escolha de genitores para o melhoramento (AL-TABBAL & AL-FRAIHAT, 2012). Também neste sentido, deve ser verificado a adaptabilidade e estabilidade das cultivares, com estudos da interação G x E a fim de obter sucesso no programa.

A variabilidade observada é uma combinação da estimativa de causas genéticas e ambientais, das quais apenas a primeira é hereditária. No entanto, estimativas de a herdabilidade por si só, não fornecem uma ideia sobre o ganho esperado na próxima geração, mas deve ser considerada em conjunto com estimativas de avanço genético, a mudança no valor médio entre gerações sucessivas (SHUKLA et al., 2006).

Sabe-se que a cevada tem a maior diversidade genética entre grãos de cereais, existem cevadas de duas e de seis fileiras de grãos, nuas e cobertas, com ou sem a presença de cera, aristas curtas ou longas ou mesmo ausentes, com pálea e lema com uma diversidade de cores e teores variados de amido e proteína, por exemplo (BAIK & CZUCHAJOWSKA, 1997). Conseqüentemente, as composições químicas das cevadas, seus valores nutricionais, propriedades físico-químicas, funcionais e usos variam amplamente, inclusive com a simples mudança ambiental estas características podem inviabilizar a produção para determinado fim.

A avaliação da variabilidade genética no germoplasma de cevada baseou-se em registros genealógicos, características fenotípicas e também em bioquímicos e marcadores moleculares. Em um estudo com 29 acessos de cevada, sob condições irrigadas no Cerrado, Sayd (2018),

utilizou marcadores moleculares RAPD, ISSR e SSR para caracterizar e quantificar os acessos desta coleção de trabalho. Polimorfismos de comprimento de fragmentos de Restrição (RFLP) e marcadores moleculares baseados na reação em cadeia da polimerase (PCR) são amplamente utilizados atualmente (FERNANDEZ et al., 2002). No trabalho realizado por Amabile et al. (2013), objetivou-se o estudo da diversidade genética molecular, agronômica e de qualidade malteira em cevada irrigada no Cerrado do Brasil Central, cuja conclusão foi a de ampliar a base genética do programa de melhoramento de cevada, para obter mais genótipos adaptados às regiões produtivas como a do Cerrado.

2.6 Adaptabilidade e estabilidade

Estudos a respeito da interação genótipo x ambiente são de grande valia para o melhoramento vegetal, mas não proporcionam por si só informações detalhadas sobre o comportamento dos genótipos frente às variações ambientais. Faz-se necessário então, análises de adaptabilidade e estabilidade, tornando possível identificar a previsibilidade de comportamento dos cultivares e suas respostas às variações ambientais, em condições amplas ou específicas, como afirmaram Cruz & Regazzi (1997).

As interações G x E tem grande importância no desenvolvimento do trabalho de melhoramento. Quando os genótipos são comparados em uma série de ambientes, as classificações relativas em geral são diferentes, tornando difícil a seleção dos superiores. E mesmo que os ambientes sejam os mesmos, o fato de anos diferentes serem comparados, nos mesmos locais ou sub-regiões, é frequente a interação G x E. Com o objetivo de mitigar de alguma forma esse problema dos melhoristas, Eberhart & Russell (1966) buscaram um método de avaliar e selecionar os genótipos mais estáveis, ou seja, que interagem menos com o ambiente, e que isso fosse uma característica genética do genótipo escolhido. Com esta característica, a avaliação preliminar pode ser planejada a fim de identificar os genótipos mais estáveis (EBERHART & RUSSELL, 1966).

São vários os trabalhos de adaptabilidade e estabilidade encontrados que utilizam este método na cultura da cevada (CHLOUPEK et al., 2004; EMEBIRI & MOODY, 2006; KOBATA, 2019), o que subsidia dados para o efeito de comparação, bem como mostram sua utilização para análise dos dados nesta cultura.

A adaptabilidade de um cultivar traduz sua capacidade de aproveitar-se das variações impostas pelos diferentes ambientes. A estabilidade de desempenho por sua vez, traduz-se na

previsibilidade de comportamento mesmo com as variações ambientais, apesar de ter baixa herdabilidade, por ter natureza complexa (BORÉM & MIRANDA, 2013).

É desejo de todo melhorista, o desenvolvimento de cultivares ou híbridos que sejam, ao mesmo tempo, altamente produtivos e que esta característica se expresse em diferentes condições edafoclimáticas. Segundo Borém & Miranda (2013), é consenso entre os melhoristas de que é importante a estabilidade próxima ao teto produtivo, contudo, há divergência tanto na definição dessa, quanto nos métodos para quantificá-la.

A escolha de um método de análise depende dos dados experimentais, destacando os relacionados com os ambientes disponíveis, quais informações desejadas e da precisão requerida. Deve-se considerar que alguns métodos são alternativos e outros complementares, e que podem ser utilizados em conjunto (CRUZ & REGAZZI, 1997).

A metodologia de Eberhart & Russell (1966) tem fundamentação na análise de regressão linear simples, destacando-se de outros métodos pois expressa melhor os resultados da adaptabilidade e estabilidade de genótipos em diferentes ambientes. Tem como características valiosas para o melhorista, a facilidade de obter os resultados através dos cálculos e a facilidade de interpretação dos resultados fornecidos (COSTA et al., 1999; SILVA et al., 1995). Além disso, é o método mais indicado quando o número de ambientes considerados é restrito (VENCOVSKY & BARRIGA, 1992). A estabilidade por este método possui conotação de previsibilidade, interpretada pelos desvios da regressão linear, no qual o genótipo será considerado estável se o desvio for pequeno. Este conceito interessa aos melhoristas e está associado ao conceito de adaptabilidade (CRUZ & CARNEIRO, 2006).

São diversos os fins para o estudo e interpretação dos dados de adaptabilidade e estabilidade. No caso deste trabalho, será o de identificar os melhores genótipos de uma determinada coleção de trabalho, presente na Embrapa Cerrados e denominada Classe A. Selecionar genótipos, mais adaptados e estáveis, nas condições edafoclimáticas do Cerrado na região central do Brasil também foi alvo deste trabalho. Uma vez que isso seja realidade, os melhoristas terão capacidade de tomada de decisão nesta coleção, como por exemplo a indicação para o cultivo de determinado genótipo, ou o direcionamento para cruzamentos entre os genótipos avaliados.

A busca por cultivares de cevada no Brasil vem, em sua grande parte, objetivando o abastecimento do mercado da indústria cervejeira. Os cultivares tem que apresentar alto rendimento de grãos, ciclo curto (precoce), boa capacidade de afilamento, baixa estatura, alta densidade de espigas e alto índice de colheita. Tem que apresentar também qualidade adequada,

e estabilidade de performance, sempre buscando alta proporção (> 85%) de grãos da classe 1 (> 2,5 mm) Minella (1999).

Cada programa de melhoramento tem suas características prioritárias, bem como a ordem destas no processo de seleção. As principais características são as associadas ao rendimento de grãos e à qualidade dos grãos. Além destas características, para os programas desenvolvidos na Embrapa, por exemplo, são priorizadas do mesmo modo as associadas à estabilidade da performance, como a resistência a doenças e adversidades ambientais.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Estimar parâmetros genéticos de características agronômicas, adaptabilidade e estabilidade da coleção de trabalho Classe A, de cevada irrigada da Embrapa Cerrados, nas condições do Cerrado do Distrito Federal.

3.2 Objetivos específicos

Estimar parâmetros genéticos de 22 genótipos de cevada sob irrigação, nas condições do Cerrado do Distrito Federal.

Estimar adaptabilidade e estabilidade de 19 genótipos de cevada sob irrigação, em quatro anos consecutivos e dois locais, totalizando oito ambientes, nas condições do Cerrado do Distrito Federal.

Subsidiar a seleção de genitores para direcionar cruzamentos a fim de obter cultivares mais adaptadas às condições edafoclimáticas.

REFERÊNCIAS

- ALLARD, R. **Princípios do melhoramento genético das plantas**. São Paulo: Edgard Blucher, 1971. 381 p.
- ALLARD, R. W. **Principles of plant breeding**. New York: John Wiley & Sons. 2 ed.1999. 254 p.
- ALLEM, A. C.; VALLS, J. F. M. **Recursos forrageiros nativos do Pantanal Mato-grossense**. Brasília: Embrapa - CENARGEM, 1987. 389 p.
- AL-TABBAL, J. A.; AL-FRAIHAT, A. H. Genetic variation, heritability, phenotypic and genotypic correlation studies for yield and yield components in promising barley genotypes. **Journal of Agricultural Science**, v.4, n. 3, 2012. 193 p.
- AMABILE, R. F. Cevada: um exemplo de cultura alternativa para o sistema irrigado do Cerrado. In: FALEIRO, G. F.; SOUSA, E. dos S. de (Ed.). **Pesquisa, desenvolvimento e inovação para o Cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2007. 69-72 P.
- AMABILE, R.; MINELLA, E.; ARAÚJO, D.; MONTEIRO, V.; INÁCIO, A. D. N.; GUERRA, A.; RIBEIRO JUNIOR, W. Q. Avaliação de introduções de linhagens de cevada industriais de coleções nacionais e internacionais, em sistema irrigado. In: XXVI REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE CEVADA, 26. Passo Fundo, RS. **Anais...** Passo Fundo, RS: Embrapa Trigo, 2007, 1516-5582 p.
- AMABILE, R. F.; GUERRA, A. F.; ROCHA, O.; PAIVA, D. W. DE. Cevada: opção para os produtores irrigantes do Cerrado brasileiro. **Embrapa Cerrados-Artigo de divulgação na mídia (INFOTECA-E)**, 2008. 4 P.
- AMABILE, R. F.; MINELLA, E.; GUERRA, A. F.; SILVA, D. B. D. 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, 2008b. 1247-1249 p.
- AMABILE, R. F. **Caracterização molecular, morfoagronômica e de qualidade de grãos de genótipos elite de cevada irrigada no Cerrado**. 2013. Tese de Doutorado - Universidade de Brasília, Brasília. 220p.
- AMABILE, R. F.; FALEIRO, F. G.; VIEIRA, E. A.; PEIXOTO, J. R.; CAPETTINI, F.; RIBEIRO JUNIOR, W. Q. Genetic diversity of irrigated barley based on molecular and quantitative data and on malting quality. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 7, 2013. 748-756 p.
- 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, 2013. 160-163 p.
- AMABILE, R. F.; FALEIRO, F. G.; CAPETTINI, F.; SAYD, R. M.; PEIXOTO, J. R.; GUERCIA, R. F. Characterization and genetic variability of barley accessions (*Hordeum*

vulgare L.) irrigated in the savannas based on malting quality traits. **Journal of the Institute of Brewing**, v.120, n. 4, 2014. 404-414 p.

BEARD, J. S. The savanna vegetation of northern tropical America. **Ecological monographs**, v. 23, n. 2, 1953. 149-215 p.

BESPALHOK F, J. C.; GUERRA E. P.; OLIVEIRA R. **Introdução ao Melhoramento de Plantas**. In F. J. C. Bespalhok, E. P. Guerra and R. Oliveira. Melhoramento de plantas. Curitiba: UFP, 1999. 1-9 p.

BLAKE, T.; BLAKE, V. C.; BOWMAN, J. G.; ABDEL-HALEEM, H. **Barley feed uses and quality improvement**. Oxford – UK: Steven E. Ullrich, 2010. 522–531 p.

BORÉM, A. **Hibridação artificial de plantas**. Viçosa, MG: UFV, 2009. 625 p.

BORÉM, A.; MIRANDA, G. V. **Melhoramento de plantas**. Viçosa, MG: UFV, 2013. 523 p.

BORLAUG, N. E. Feeding a world of 10 billion people: the miracle ahead. **In Vitro Cellular & Developmental Biology. Plant**, v.38, n. 2, 2002. 221-228 p.

BOROWSKI, D. Z. **Efeito do genótipo, ambiente e suas interações em características agrônômicas e de qualidade em cevada cervejeira no sul do Brasil**. 2012. Dissertação de Mestrado, UPF, Passo Fundo – RS. 105 p.

BOTHMER, R. Von.; JACOBSEN. N. **Origin, taxonomy and related species**. In: RASMUSSEN, D. (Ed.). **Barley** - ASA Agronomy Monograph Barley, n. 26, 1985. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil science Society of America, Madison, WI. 19-56 p.

BOTHMER, R. Von.; JACOBSEN, N.; BADEN, C.; JØRGENSEN, R. B.; LINDE-LAURSEN, I. B. **An ecogeographical study of the genus *Hordeum***. Roma: International Board for Plant Genetic Resources, 1991.

BOTHMER, R. Von.; SATO, K.; KOMATSUDA, T.; YASUDA, S.; FISCHBECK, G. The domestication of cultivated barley. In: **Diversity in barley**, 2003. 9-27 p.

BOWMAN, J.; BLAKE, T.; SURBER, L.; HABERNICHT, D.; BOCKELMAN, H. Feed-quality variation in the barley core collection of the USDA National Small Grains Collection. **Crop Science**, v.41, n. 3, 2001. 863-870 p.

BRASIL, Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Anuário da cerveja**, 2019. Disponível em: <http://www.cervbrasil.org.br/novo_site/wp-content/uploads/2020/03/anuario-cerveja-WEB.pdf>. Acesso em 17/03/2020.

BREGITZER, P.; RABOY, V.; OBERT, D.; WINDES, J.; WHITMORE, J.C. Registration of ‘Herald’ barley. **Crop Sci**, v.47, n. 1, 2007. 441-442 p.

BREWBAKER, J. L. **Agricultural genetics**. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1964.156 p.

BRS 195: primeira cultivar de cevada cervejeira de porte anão para o Cerrado em cultivo irrigado. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados; Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006. 1 folder.

CAIERÃO, E. **Cevada: história e evolução**. Pelotas, RS: Embrapa, 2008. 289-311 p.

CAMARGO, C. E. D. O.; FELÍCIO, J. C.; TULMANN NETO, A.; FERREIRA FILHO, A. W. P.; PETTINELLI JUNIOR, A.; CASTRO, J. L. de. Melhoramento do trigo: XXVIII. Novos genótipos obtidos por seleções em população segregante interespecífica submetida à irradiação gama. **Bragantia**, v.54, n. 1, 1995. 67-79 p.

CHLOUPEK, O.; HRSTKOVA, P.; SCHWEIGERT, P. Yield and its stability, crop diversity, adaptability and response to climate change, weather and fertilisation over 75 years in the Czech Republic in comparison to some European countries. **Field Crops Research**, v. 85, 2004, 167-190 p.

CHRISTOFIDIS, D. Oportunidades de irrigação no Cerrado: recursos hídricos dos cerrados e seu potencial de utilização na irrigação. **Revista item: irrigação e tecnologia Moderna**. Brasília: ABID, n. 69/70, 2006. 87-97 p.

COCKERHAM, C. C. Effects of linkage on the covariances between relatives. **Genetics**, v.41, n. 1, 1956. 138 p.

COLLI, G. R.; BASTOS, R. P.; ARAUJO, A. F. The character and dynamics of the Cerrado herpetofauna. **The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a Neotropical savanna**, 2002. 223-241 p.

CONAB. **Série Histórica das Safras**. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras?start=10>> Acesso em: 10/12/2019.

COVAS, G. Observaciones sobre la taxonomia de las cebadas cultivadas y formas relacionados. **Informativo de Investigaciones Agrícolas**, v.2, n.24, 1949. 7 p.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2.ed. Viçosa: UFV. 1997. 390 p.

CRUZ, C. D. Genes: a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.35, n. 3, 2013. 271-276 p.

DINIZ, L. T. **Efeito adubação nitrogenada, via fertirrigação, no nitrogênio da biomassa microbiana do solo e na qualidade de grãos de cevada**. 2007. Dissertação de Mestrado - Universidade de Brasília, Brasília. 115 p.

EBERHART, S. T.; RUSSELL, W. Stability parameters for comparing varieties 1. **Crop Science**, v.6, n. 1, 1966. 36-40 p.

EITEN, G. The cerrado vegetation of Brazil. **The Botanical Review**, v.38, n. 2, 1972. 201-341 p.

EITEN, G. **Delimitação do conceito de Cerrado**. Rio de Janeiro: Arquivos do Jardim Botânico, 1977. 125-134 p.

ELIAS, H. T.; VIDIGAL, M. C. G.; GONELA, A.; VOGT, G. A. Variabilidade genética em germoplasma tradicional de feijão-preto em Santa Catarina. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n. 10, 2007. 1443-1449 p.

EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (Planaltina, DF). **Cevada se instala no Cerrados**. Planaltina: 1987. (EMBRAPA-CPCA. Noticiário 17/87). 2 p.

EMEBIRI, L. C.; MOODY, D. B. Heritable basis for some genotype–environment stability statistics: inferences from QTL analysis of heading date in two-rowed barley. **Field crops research**, 96, 2006, 243-251 p.

FALCONER, D.; MACKAY, T. F. C. **Introduction to quantitative genetics**. 4.ed. Edinburgh: Longman Group Limited, 1996. 464 p.

FALEIRO, F. G.; CRUZ, C. D.; CASTRO, C. D.; MOREIRA, M. A.; BARROS, E. G. de. Comparação de blocos casualizados e testemunhas intercalares na estimação de parâmetros genéticos em feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n. 12, 2002. 1675-1680 p.

FAOSTAT. **Statistical databases**. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#home> 2020>. Acesso em 05/01/2020.

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

FILGUEIRAS, T. S. **The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna**, New York: Columbia University Press, 2002. 121-139 p.

FISHER, R. A. XV. The correlation between relatives on the supposition of Mendelian inheritance. **Earth and Environmental Science Transactions of the Royal Society of Edinburgh**, v. 52, n. 2, 1919. 399-433 p.

GOEDERT, W. Management of the Cerrado soils of Brazil: a review. **Journal of Soil Science**, v.34, n. 3, 1983. 405-428 p.

GUERRA, A. F.; ROCHA, O. C. Método do tanque Classe A para irrigação da cevada, cultivar BRS 195, no cerrado. **Embrapa Cerrados. Comunicado Técnico**, 2004. 2 p.

HERINGER, E. P.; BARROSO, G. M.; RIZZO, J. A.; RIZZINI, C. T. **A flora do cerrado**. In: Ferri MG IV Simpósio sobre o Cerrado. Universidade de São Paulo, São Paulo. 1976. 211-232 p.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. A conservação do Cerrado brasileiro. **Mega diversidade**, v.1, n. 1, 2005. 147-155 p.

KOBATA, S. G. K. **Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de cevada e relações de causa e efeito com o rendimento de grãos**. 2019. Dissertação de Mestrado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Paraná. 81 p.

LUSH, J. L. Intra-sire correlations or regressions of offspring on dam as a method of estimating heritability of characteristics. **Journal of animal science**, n. 1, 1940. 293-301 p.

MACHADO, R. B.; RAMOS NETO, M.B.; PEREIRA, P.G.P.; CALDAS, E. F.; GONÇALVES, D. A.; SANTOS, N. S.; TABOR, K.; STEININGER, E. M. Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro. Conservação Internacional, Brasília, DF. 2004. 26 p.

MINELLA, E. Melhoramento da cevada. **Embrapa Trigo-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 1999. 253-272 p.

MINELLA, E. **Mais de 90% da cevada plantada no Brasil é resultado da pesquisa nacional**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/busca-de-noticias/-/noticia/13242920/mais-de-90-da-cevada-plantada-no-brasil-e-resultado-da-pesquisa-nacional>>. Acesso em 10/10/2019.

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 BRS Sampa. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE CEVADA, 27. Passo Fundo. **Anais...Passo Fundo: Embrapa Trigo**, 2009. 3 p.

MINELLA, E. Cevada BRS Manduri: tipo agrônômico, potencial de rendimento e excelência em qualidade de malte. **Embrapa Trigo-Fôlder/Folheto/Cartilha (INFOTECA-E)**, 2011.

MITTERMEIER, R.A.; GIL, P.R.; MITTERMEIER, C.G. 1997. Megadiversidad - los países biológicamente más ricos del mundo. **CEMEX**. Mexico, MX.

MOLINA CANO, J. L. **La cebada**. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 1989. 252 p.

MORI, C.; MINELLA, E. Aspectos econômicos e conjunturais da cultura da cevada. **Embrapa Trigo-Documentos (INFOTECA-E)**, 2012. 20 p.

MURAKAMI, D. M.; CARDOSO, A. A.; CRUZ, C. D.; BIZÃO, N. Considerações sobre duas metodologias de análise de estabilidade e adaptabilidade. **Ciência Rural**, v.34, n. 1, 2004. 71-78 p.

OLIVEIRA, V.O.; CARNEIRO, P.C.S.; CARNEIRO, J.E. de S.; CRUZ, C.D. Adaptabilidade e estabilidade de linhagens de feijão comum em Minas Gerais. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.41, n. 2, 2006. 257-265 p.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; RATTER, J. A. A study of the origin of central Brazilian forests by the analysis of plant species distribution patterns. **Edinburgh journal of botany**, v.52, n. 2, 1995. 141-194 p.

PAULITZ, T. C.; STEFFENSON, B. J. Biotic stress in barley: disease problems and solutions. **Barley production, improvement, and uses**, 2011. 307-354 p.

PRADO, D. E.; GIBBS, P. E. Patterns of species distributions in the dry seasonal forests of South America. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, 1993. 902-927 p.

- RAMALHO, M. A. P.; FERREIRA, D. F.; OLIVEIRA, A. C. **Experimentação em genética e melhoramento de plantas**. Lavras-MG: UFLA, 2000. 326 p.
- RATTER, J. A.; BRIDGEWATER, S.; RIBEIRO, J. F. Analysis of the floristic composition of the Brazilian cerrado vegetation III: comparison of the woody vegetation of 376 areas. **Edinburgh journal of botany**, v.60, n. 1, 2003. 57-109 p.
- RESENDE, M. D.V. de. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Brasília –DF: Embrapa Informações Tecnológicas, 2002. 975 p.
- RIBEIRO, J.F., S.M. SANO e J.A. da SILVA. 1981. Chave preliminar de identificação dos tipos fisionômicos da vegetação do Cerrado. In: **Anais do XXXII Congresso Nacional de Botânica**. Sociedade Botânica do Brasil, Teresina, Brasil. 124-133 p.
- RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do bioma Cerrado. In: SANO, S.M.; ALMEIDA, S. P. (Ed). **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 1998. 87-166 p.
- RIZZINI, C. T. **Tratado de Fitogeografia do Brasil**. v. 2. São Paulo: USP, 1979.
- ROBINSON, H.; COCKERHAM, C. Estimación y significado de los parametros genéticos. **Fitotecnía latinoamericana**, v. 2. n. 4/2, 1965. 23-38 p.
- RUTHERFORD, S. L. From genotype to phenotype: buffering mechanisms and the storage of genetic information. **Bioessays**, v. 22, n. 12, 2000. 1095-1105 p.
- SARÀ, M. L. Integrazione di genotipo e fenotipo alle soglie del 2000. **Systema Naturae**, v. 4. 2002. 181-208 p.
- SATO, T.; ISHII, T.; OKAHATA, Y. In vitro gene delivery mediated by chitosan. Effect of pH, serum, and molecular mass of chitosan on the transfection efficiency. **Biomaterials**, v. 22, n. 15, 2001. 2075-2080 p.
- SAYD, R. M. **Estimação de parâmetros genéticos de características malteiras de cevada (*Hordeum vulgare* L.) irrigada no Cerrado**. 2011. 44 p.
- SCHWARZ, P.; LI, Y. Malting and brewing uses of barley. **Barley: Production, improvement, and uses**, 2011. 478-521 p.
- SHUKLA, S.; BHARGAVA, A.; CHATTERJEE, A.; SRIVASTAVA, A. Genotypic variability in vegetable amaranth (*Amaranthus tricolor* L for foliage yield and its contributing traits over successive cuttings and years). **Euphytica**, 151, n. 1, 2006. 103-110 p.
- SILVA, A. A. D. **Conceitos e transposição didática de genótipo e fenótipo: uma análise de livros didáticos**. 2017. Dissertação de Mestrado - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel. 122 p.
- SILVA, D. B. D.; GUERRA, A. F.; MINELLA, E.; ARIAS, G. BRS 180: cevada cervejeira para cultivo irrigado no Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 8, 2000. 1689-1694 p.

SILVEIRA, A.S. Mudanças climáticas devem dificultar produção de cevada cervejeira no Brasil. **Guia da Cerveja**, abr. 2019. Disponível em: <<https://guiadacervejabr.com/mudancas-climaticas-cevada-brasil/>>. Acesso em: 23/10/2019.

SMITH, B. The Emergence of Agriculture. New York: Sci. **Am. Libr**, 1998, 230 p.

SMITH, C. W. **Crop production: evolution, history, and technology**. Department of Soil & Crop Science, Texas A & m University. 1995. 174-219 p.

STANSFIELD, W. D. **Genética**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1974. 958 p.

STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H. **Principles and procedures of statistics a biometrical approach**. 2. ed. New York, NY: McGraw-Hill Publishing, 1980. 633 p.

TAYLOR, A. Wheat needs of the world. **Journal of Home Economics**, v. 10, 1918. 1-4 p.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto, SP: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 496 p.

VERSTEGEN, H.; KÖNEKE, O.; KORZUN, V.; VON BROOCK, R. **Biotechnological Approaches to Barley Improvement**. Berlim: Springer, 2014. 3-19 p.

CAPÍTULO I

ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS GENÉTICOS EM GENÓTIPOS DE CEVADA IRRIGADA NO CERRADO DO DISTRITO FEDERAL

RESUMO

Objetivou-se neste trabalho estimar os parâmetros genéticos, fenotípicos e ambientais de 22 genótipos de cevada (*Hordeum vulgare* L.), conduzidos sob irrigação no Cerrado, para utilização em programas de melhoramento da Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). Os dados foram coletados no ano de 2017, no Distrito Federal. O experimento foi estabelecido em Blocos Casualizados com quatro repetições sob irrigação via pivô central em Latossolo Vermelho distrófico. As características avaliadas foram: 1. Rendimento - rendimento estimado de grãos (kg ha^{-1}); 2. CL1 - classificação comercial de grãos de primeira (%); 3. PMS - peso de mil sementes (g); 4. Altura - altura de plantas (cm); 5. Acamamento - grau de acamamento (%); 6. Ciclo – ciclo de espigamento (dias). Com os dados experimentais obtidos, foram realizadas análises de variância e as médias foram agrupadas pelo teste Scott-Knott a 5% de significância. Foram obtidos os parâmetros genéticos e as correlações entre as características avaliadas. Dos 22 genótipos da coleção de trabalho Classe A, cinco são cultivares disponíveis ao produtor, estas serviram como testemunhas para avaliar o desempenho dos 17 restantes. Com os valores de herdabilidade (h^2) em sentido amplo verificados e levando em conta os baixos valores dos coeficientes de variação ambiental, é possível inferir que o experimento teve adequado controle ambiental. Os altos coeficientes de variância genotípica e a alta acurácia seletiva obtidos corroboram para a condição ambiental favorável à seleção de genótipos para os caracteres estudados. Verificaram-se que as correlações genotípicas foram superiores aos coeficientes de correlações fenotípicas, evidenciando maior contribuição dos fatores genéticos na expressão dos caracteres. Demonstrou-se que genótipos mais precoces tem maiores rendimentos de grãos, classificação comercial de grãos de primeira, peso de mil sementes e altura. Ficou constatado forte correlação positiva entre classificação comercial de grãos de primeira e peso de mil sementes. Sobressaindo-se os genótipos PFC 2005143, PFC 2006134 e PFC 2004212 por possuírem destaque agrônômico e potencial para serem utilizados em blocos de cruzamentos dentro do programa de melhoramento de cevada irrigada brasileiro.

Palavras-chave: *Hordeum vulgare* L., herdabilidade, melhoramento genético.

ABSTRACT

The objective of this work was to estimate the genetic, phenotypic and environmental parameters of 22 genotypes of barley (*Hordeum vulgare* L.), conducted under irrigation in the center of the Savanna biome, for use in breeding programs in Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). The data of this experiment were collected in the year 2017, in the Federal District, conducted in randomized blocks with four repetitions. The genotypes were conducted under central pivot irrigation in typical Savana soil. The evaluated characteristics were: 1. Rendimento - estimated grain yield (kg ha^{-1}); 2. CL1 – kernel plumpness (%); 3. PMS - weight in thousand seeds (g); 4. Altura - height of plants (cm); 5. Acamamento - lodging (%); 6. Ciclo – days to heading (days). With the captured experimental data, combined and individuals variances were performed and how the media were grouped between the Scott-Knott tests and 5% significance were analyzed. The genetics parameters and correlations between the characteristics evaluated were obtained. Of the 22 genotypes in the work collection Classe A, five are cultivable available to the producer, these are served as witnesses to assess the performance of the remaining 17. With the heritability values (h^2) in a broad sense verified and taking into account the low values of the coefficients of environmental variation, it is possible to infer that the experiment had adequate environmental control. The high coefficients of genotypic variance and the high selective accuracy obtained corroborate the environmental condition favorable to the selection of genotypes for the studied characters. It was found that the genotypic correlations were higher than the coefficients of phenotypic correlations, showing a greater contribution of genetic factors in the expression of the characters. Earlier genotypes have been shown to have higher grain yields, kernel plumpness, weight of a thousand seeds and height. There was a strong positive correlation between kernel plumpness and weight of a thousand seeds. The PFC 2005143, PFC 2006134 and PFC 2004212 genotypes stand out for having an agronomic prominence and potential to be used in crossbreeding blocks within the Brazilian irrigated barley breeding program.

Keywords: *Hordeum vulgare* L., heritability, genetic improvement.

1 INTRODUÇÃO

A produção mundial de cevada em 2018 ficou em torno de 141 milhões de toneladas, e o Brasil participou apenas com 330 mil toneladas (FAOSTAT, 2020), correspondendo a menos de 0,25% da produção mundial. A última atualização disponível sobre a importação de cevada brasileira foi em 2017 (FAOSTAT, 2020), onde o consumo interno neste mesmo ano foi de 884 mil toneladas, destas, 602 mil foram importadas acrescidas de 282 mil de produção nacional segundo a Conab (2019). Nota-se que existem duas lacunas a serem preenchidas, a primeira é suprir o déficit na balança comercial desta *commodity* no Brasil, a segunda é a possibilidade de exportação, visto que este grão é o quarto cereal de maior consumo mundial.

Inicialmente, o cultivo desse grão era restrito às áreas onde as condições climáticas eram favoráveis, apenas na região Sul do país cujo inverno é frio e chuvoso. Com o aumento da demanda o cereal passou a ser uma realidade de cultivo em outras regiões produtoras de grãos, como no Centro-Oeste, e está presente cada vez mais em latitudes menores e geograficamente situado na zona intertropical Brasileira. Isso é uma realidade graças ao trabalho de melhoramento desta espécie, sem o qual não seria viável a produção em escala comercial. O cultivo no Cerrado apresenta vários benefícios já evidenciados, como sementes mais sadias, uso eficiente da água via irrigação, e ausência de dormência ou dormência reduzida das sementes.

O Bioma Cerrado apresenta cerca de 200 milhões de hectares, sendo o segundo maior Bioma brasileiro em área (FALEIRO & SOUSA, 2007). Estima-se que o Cerrado possua cerca de 10 milhões de hectares aptos para a irrigação (CHRISTOFIDIS, 2006), o que representa aproximadamente um terço do potencial brasileiro (29,5 milhões de hectares) e uma grande oportunidade para cultivos irrigados no inverno.

Embora já existam cultivares recomendadas para o manejo irrigado no Cerrado, como a BRS Sampa, a BRS Deméter, a BRS Savanna, a BRS Manduri e a BRS 195 (AMABILE et al., 2014), ainda existe demanda por cultivares mais adaptadas às condições edafoclimáticas locais. Visando a explorar com maior eficiência a produção deste cereal, faz-se necessário mais estudos direcionados ao desenvolvimento de outros genótipos mais adaptados a este ambiente específico e também com alta produtividade, alta qualidade dos grãos, resistência a doenças e ao acamamento, entre outras (AMABILE & FALEIRO, 2014).

Lança-se mão dos índices de seleção como ferramentas que auxiliam os melhoristas a realizar simultaneamente a seleção de mais de uma característica de interesse, utilizando-se ou não de parâmetros genéticos ou pesos econômicos (SAYD, 2018). Em busca de genótipos

superiores que apresentem alta capacidade produtiva e boas características morfoagronômicas e mais adaptados às condições do Cerrado, visto como a última fronteira agrícola do mundo e principal bioma da região central, faz-se necessário a seleção de genótipos para esta finalidade.

Na busca contínua por obter genótipos melhorados, há uma necessidade de caracterizar os recursos genéticos existentes nos bancos de germoplasma a fim de conhecer as populações disponíveis. Isso se dá por exemplo, através de estudos dos parâmetros genéticos dessas populações, os quais são fundamentais nas tomadas de decisão com vistas à utilização dos genótipos no programa de melhoramento genético. Esse estudo contribui para destacar os genótipos com as características desejadas e com ganhos quantitativos e qualitativos fixados pelo programa.

No presente capítulo, objetivou-se o fornecimento de dados que possibilitem a avaliação e seleção de genótipos que contribuam com os programas de melhoramento de cevada irrigada no Cerrado do Brasil Central. As ações de pesquisa e desenvolvimento visaram a caracterização agronômica e o estudo de parâmetros genéticos de uma coleção de trabalho, composta de 17 genótipos, comparados com cinco cultivares registradas, como testemunhas, e recomendadas para o manejo irrigado no Cerrado brasileiro.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram avaliados 22 genótipos de cevada da coleção de trabalho denominada Classe A, grupo que vem sendo mantido no banco de germoplasma da Embrapa Cerrados. Cinco cultivares foram utilizados como testemunhas, sendo estas BRS 180, BRS 195, BRS Sampa, BRS Savanna e BRS Deméter. Os experimentos foram conduzidos de maio a setembro de 2017, sob sistema de irrigação, via pivô central. O local de condução foi no Campo Experimental da Embrapa Secretaria de Inovação e Negócios, Riacho Fundo II – DF, Estrada Parque Contorno Taguatinga/Gama, km 03 - Fazenda Sucupira- DF, georreferenciada na latitude Sul 15°54'55,4'' e longitude Oeste 48°02'16,3'', a uma altitude de 1.100 m, sob um Latossolo Vermelho distrófico típico, argiloso. No período compreendido, a temperatura máxima do ar registrada foi 33,3 °C, a mínima 7,6 °C. Foi registrado no período 13mm de chuva, com umidade relativa máxima do ar de 99,2%, mínima de 11,4% e média de 55,3%.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com quatro repetições. As parcelas foram de cinco linhas, espaçadas de 20 centímetros entre si, e três metros de comprimento, com a área útil de 3 m² para cada parcela, com uma densidade de 300 plantas por m². Foram aplicados, no sulco de semeadura, 16 kg ha⁻¹ de N; 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅; 64 kg ha⁻¹

de K_2O ; e 40 kg ha^{-1} de N por ocasião do surgimento da quinta folha plenamente expandida, de acordo com Amabile (2007). A irrigação foi realizada com base no Programa de Monitoramento de Irrigação no Cerrado (EMBRAPA CERRADOS, 2009).

Foram avaliadas seis características: 1. Rendimento - rendimento estimado de grãos (kg ha^{-1}); 2. CL1 - classificação comercial de grãos de primeira ($>2,5 \text{ mm}$), em porcentagem (%) (dados transformados) (BRASIL, 1996); 3. PMS - peso de mil sementes (g) (BRASIL, 2009); 4. Altura - altura de plantas (cm); 5. Ciclo – dias após a emergência até o espigamento (dias). 6. Acamamento - grau de acamamento, em porcentagem (%); as avaliações de rendimento de grãos, classificação comercial de grãos de primeira e PMS foram feitas no Laboratório de Sementes da Embrapa Cerrados. As demais características foram avaliadas a campo.

1. Rendimento: os grãos de toda a parcela, foram colhidos e padronizados em uma mesma umidade (13%), foi então extrapolado a fim de obter-se a produtividade estimada em um hectare.

2. CL1: tamanho do grão, denominada por classificação comercial de grãos. Dividida em três classes: Primeira, a cevada cujos grãos inteiros e sadios fiquem retidos na peneira de crivos oblongos de $2,5 \text{ mm}$ de largura (CL1); Segunda, a cevada cujos grãos inteiros e sadios vazem na peneira de $2,5 \text{ mm}$ de largura, mas fiquem retidos na peneira de crivos oblongos de $2,2 \text{ mm}$ de largura (CL2); Terceira, a cevada cujos grãos inteiros e sadios vazem na peneira de crivos oblongos de $2,2 \text{ mm}$ de largura (CL3). Dados colhidos em porcentagem (%).

3. PMS: o grão colhido foi padronizado a 13% de umidade e foram contadas mil sementes, pesadas em balança de precisão para obtenção do valor em gramas do peso de mil sementes (g).

4. Altura: considerou-se 10% das plantas de cada parcela. A medição consiste da base da planta (solo) até o último grão da espiga em centímetros (cm).

5. Ciclo: quando 50% das plantas da parcela atingiram a fase reprodutiva, mensurado em dias após a emergência (DAE) medido em dias.

6. Acamamento: porcentagem (%) de plantas acamadas na parcela.

Os dados obtidos foram submetidos aos testes de Shapiro-Wilk e Bartlett, na versão do programa estatístico “R” i386 3.6.1, para verificar sua normalidade e homogeneidade das variâncias. Para as características 1, 3, 4 e 6, os resultados dos testes, com os dados originais, apresentaram-se homogêneos quanto à variância e apresentaram normalidade. Os dados da característica CL1, coletados em sistema percentual, foram submetidos a uma transformação [=ASEN(RAIZ(Class1/100))], a fim de obter-se a normalidade da distribuição dos erros. Posteriormente, para todas as características, os dados foram submetidos a análise de variância

e as médias agrupadas entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% pelo programa GENES (CRUZ, 2013), sendo também estimados os coeficientes de variação experimental (CVe), genético (CVg) e o coeficiente de correlação relativa (CVr), para cada uma das características. As correlações fenotípicas, genotípicas e de ambiente, foram mensuradas a partir das estimativas das variâncias e covariâncias fenotípicas, genotípicas e de ambiente entre os caracteres dois a dois, sendo determinadas de acordo com Kempthorne (1966).

Para realizar a análise de variância, foi considerado o seguinte modelo estatístico: $Y_{ij} = m + G_i + B_j + e_{ij}$, onde: Y_{ij} = valor obtido relacionado à i -ésima característica do genótipo no j -ésimo bloco; m = média geral; G_i = efeito do i -ésimo genótipo ($i = 1, 2, \dots, g$); B_j = efeito do j -ésimo bloco ($j = 1, 2, \dots, r$); e_{ij} = erro aleatório (fatores não controlados) e $e_{ij} \sim \text{NID}(0)$.

Para Acamamento, como a normalidade dos dados não foi atingida, nem mesmo com transformação dos dados originais, o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis foi utilizado para análise dos dados.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises de variância dos dados obtidos para cada caráter evidenciam a existência de efeitos significativos dos genótipos, sendo esses efeitos de elevada magnitude com base na análise estatística F ($p \leq 0,05$), para todos os caracteres (Tabela 1). Tais efeitos indicaram a existência de variabilidade genética e de diferenças entre os acessos estudados quanto aos caracteres avaliados. O valor de F tem sido utilizado frequentemente, como indicador do grau de precisão experimental (CARGNELUTTI & STORCK, 2009). Para Resende & Duarte (2007) o valor de F de ensaios de avaliação genotípica deve ser maior que 5,26 para se atingir a classe de precisão “muito alta”. Desejada, e recomendada por Steel & Torre (1980), o que fornece uma acurácia de 90% no mínimo.

Os valores de F encontrados no trabalho, se mostraram adequados e enquadrados na classe de precisão muito alta, apesar dos autores Resende & Duarte (2007) afirmarem que para caracteres de produção, isso só seria possível com seis ou mais repetições. O que podemos observar (Tabela 1) foi que, até mesmo o menor valor de F, já cumpre o desejado pelos melhoristas para uma decisão de seleção.

Resende & Duarte (2007) acreditam que, para que se realize inferências acerca da qualidade experimental, não é suficiente observar apenas o valor do parâmetro coeficiente de variação ambiental (CVe). Mesmo com baixa influência ambiental representada por baixos CVe, outros resultados estatísticos, que também são influenciados pela variância genotípica

(σ^2g), como o coeficiente de variação genético (CVg) e a acurácia seletiva ($f\hat{g}$), são extremamente importantes para que a inferência seja a mais correta possível acerca do valor genotípico da população estudada, com base nas avaliações fenotípicas observadas.

Todos os valores de “F” encontrados foram maiores que 5,26, sendo o menor valor observado em Altura (F = 7,23), seguido por CL1 (10,94), PMS (25,61), Ciclo (93,28) e Rendimento (606,53). A acurácia seletiva variou de 92,8% para a característica Altura, passando por CL1 com 95,3%, PMS com 98%, Ciclo com 99,5%, a 99,9% para a característica Rendimento, sendo considerada então, elevada, para todas as características analisadas (Tabela 1). Valores com a mesma classificação foram encontrados nos trabalhos de Amabile et al. (2015), cujo experimento foi conduzido no Distrito Federal, mas em outro campo experimental. Os materiais desse trabalho têm diferentes origens, e contempla tanto materiais dísticos quanto hexásticos, todos provenientes de uma coleção elite de cevada. Para as características estudadas consoantes nos trabalhos, os valores de F também foram superiores a 5,26 e significativos a 1% de probabilidade. Para as características Altura e CL1 avaliadas por Monteiro (2012), os valores de F não superaram o recomendado para uma elevada acurácia, mas apresentaram diferenças significativas a 1% de probabilidade, assim como no trabalho de Amabile et al. (2015). O trabalho de Monteiro (2012) foi conduzido também no campo experimental da Embrapa Cerrados, onde foram avaliados 433 acessos de cevadas hexásticas, dísticas e irregulares, provenientes de coleção mundial mantida pela Embrapa, incluindo-se as testemunhas BRS 180 e BRS 195.

O coeficiente de variação genético (CVg) é um parâmetro que permite deduzir a magnitude da variabilidade genética presente nas populações e para diferentes caracteres (RESENDE, 2002) e a proporcionalidade do ganho em relação à média (FALEIRO et al., 2002). Os caracteres com situações mais favoráveis ao melhoramento apresentam CVg superior ao CVe, o que ocorreu para todas as características estudadas.

Resultado consoante para as mesmas características ocorreu nos trabalhos de Sayd et al. (2017; 2018), Amabile et al. (2013; 2015), ambos trabalhos conduzidos no Cerrado, irrigados por pivô central, podendo concluir ser este um ambiente favorável à condução de experimentos e também favorável para melhor expressão genotípica desse cereal. Ao analisarmos o CVg das características em questão, notamos que, exceto para PMS com 11,45%, todas as demais são inferiores a 10%, classificados como baixos, destaque para Altura 3,9% com o menor CVg. As características Ciclo, CL1 e Rendimento ficaram com 5,11%, 7,66% e 8,8% respectivamente.

Na análise do valor do CVe deve ser considerada as particularidades de cada característica e culturas avaliadas (COSTA et al., 2002). Os valores de CVe variaram de 0,71%

para Rendimento, seguido de 1,06% em Ciclo, 3,12% em Altura, 4,62% em PMS e por fim, 4,86% para CL1. O ambiente do Cerrado agrega ao clima frio, na época de plantio da região, com a possibilidade do manejo de água via irrigação, o que padroniza o ambiente nos experimentos supracitados.

Outro modo de relacionar os coeficientes de variação genotípico e ambiental é a razão entre eles CV_g/CV_e , denominada de coeficiente de variação relativa e representado na Tabela 1 como CV_r . De acordo com Paterniani & Viegas (1987) & Steel e Torre (1980), valores acima da unidade (>1), para coeficiente de variação relativo, demonstram boa possibilidade de ganho com a utilização de estratégias simples como a seleção massal. Neste sentido, quanto maior o CV_r , mais acurada é a seleção, aumentando as probabilidades de ganho. A característica Rendimento apresentou o maior CV_r (12,30), mostrando que apesar da complexidade de genes envolvendo esta característica, nas condições deste trabalho o ambiente teve ótimo controle, o que permitiu visualizar a contribuição genética para esta característica. Com menor valor para Altura (1,25), constata-se que, mesmo para esta característica a variância genética foi maior que a variância devida ao ambiente. Passando por Ciclo (4,8), uma característica fundamental para ganhos de seleção visando o plantio de inverno, principalmente em sistema irrigado no Cerrado. Os produtores querem plantar cultivares mais precoces e garantirem um uso mais eficiente do sistema agrícola. PMS (2,48) e CL1 (1,58), já com menores coeficiente de variação relativa, mas mesmo assim positivos e acima da unidade. Fica então demonstrado que pode haver ganho genético para estas características na seleção dos genótipos estudados.

Os elevados rendimentos de grãos desejados pelo melhorista podem ser alcançados pela seleção de características que tenham alta herdabilidade e também alto ganho genético. Conseqüentemente, os componentes de variância e herdabilidade com os parâmetros genéticos são importantes para a definição de estratégias para maior eficiência do programa de melhoramento. A h^2 em sentido amplo variou de 86,16% (Altura) a 99,84 % (Rendimento), indicando que nessa população de trabalho houve grande variância genotípica. Thomé et al. (2018) também verificaram herdabilidades em sentido amplo em seu trabalho com cevada sob irrigação no Cerrado acima de 90% para as mesmas características em 2017, e em 2018 apenas a característica altura foi classificada como “muito baixa”, indicando uma correspondência preditiva entre o valor fenotípico e o valor genético. Esta diferença para altura pode ter se expressado pela diferença na coleção de trabalho, já que as condições ambientais foram semelhantes. Nas mesmas condições, Amabile et al. (2018) registraram para os caracteres Rendimento, Classificação 1ª, PMS e Ciclo, estimativas da herdabilidade com valores superiores a 90%. Além disso, podemos inferir que essas características avaliadas, segundo

Borém & Miranda (2013), se expressaram numa condição suficiente de condução experimental, já que os valores de herdabilidade foram altos, e são afetados por clima, número de repetições, nível de endogamia da população, tamanho da amostra avaliada, coleta dos dados, e também precisão na condução do experimento, entre outros.

Observa-se que as estimativas da herdabilidade no sentido amplo, para os caracteres Rendimento, CL1, PMS, Altura e Ciclo, registraram valores superiores a 86,16% (Tabela 1), indicando uma correspondência preditiva entre o valor fenotípico e o valor genético conforme relatado por Vencovsky & Barriga (1992), por Falconer & Mackay (1996) e por Amabile et al. (2013). Esta proximidade do número inteiro (100%) mostra que foi eficiente o controle ambiental e que as características observadas, conforme relatado por Allard (1999), tem estreita correlação com os genótipos da coleção de trabalho.

A maior estimativa da herdabilidade foi verificada para o caráter Rendimento (99,84%) (Tabela 1). Esta população já vem sendo trabalhada por muito tempo para aumento produtividade com obtenção de ganhos genéticos significativos. A segunda maior herdabilidade observada foi para a característica Ciclo com 98,93%. Para o PMS a herdabilidade também foi de alta magnitude, da ordem de 96,1%. Este alto nível de herdabilidade permite predizer que esta característica é em sua maioria genética, e que com isto, espera-se que se repita nas próximas gerações. Além disso é provável que também possa ser introgridido em novos genótipos, com grande possibilidade de sucesso. Para o caráter CL1, a herdabilidade verificada foi de 90,86%. Quanto ao caráter Altura, a herdabilidade foi de 86,16%, a menor herdabilidade observada neste experimento, e mesmo assim considerada alta. Sendo esse um parâmetro que pode ser empregado na predição de valores genotípicos, servindo para a seleção de genótipos superiores. Para estas características, os resultados obtidos são consonantes com trabalhos realizados no Brasil (SAYD et al., 2018, AMABILE et al., 2013) e de outros países, como na Etiópia (ADDISU & SHUMET, 2015), em um experimento conduzido em Ankober (localizada a 9° 38 'de latitude e 39° 44' de longitude a uma altitude de 3152 m) no ano de 2015 com 64 genótipos de cevada. Mas, algumas variações são encontradas em cevada em outros trabalhos, como herdabilidade em Rendimento de 28 a 36% (DELOGU et al.1988), e também para a característica Altura (44,42%) (MONTEIRO, 2012), que usou testemunhas intercalares e trabalhou com mais de 400 genótipos.

É possível notar, nas condições irrigadas no Cerrado, com estes altos valores de herdabilidade no sentido amplo que: as condições experimentais tiveram ótimo controle ambiental – isso ajuda na seleção de caracteres morfoagronômicos visuais como altura; o ambiente central do Cerrado brasileiro é favorável para a condução e seleção de cevada nas

condições apresentadas; e ainda que o experimento foi conduzido de forma muito próxima do ideal. Culminando em uma boa expressão das diferenças genéticas dos genótipos avaliados.

Os coeficientes de correlação (Tabela 2), de acordo com Carvalho et al., (2004), podem ser classificados conforme sua magnitude, sendo: correlação nula ($r=0$), fraca ($0 < |r| \leq 0,30$), média ($0,30 < |r| \leq 0,60$), forte ($0,60 < |r| \leq 0,90$), fortíssima ($0,90 < |r| \leq 1$) e perfeita ($|r| = 1$).

Com relação às estimativas dos coeficientes de correlação fenotípica, genotípica e ambiental podemos entender da seguinte forma a interpretação dos dados. Entre pares de caracteres, verificou-se que as correlações genotípicas, para quase todos os caracteres excetuando-se apenas Altura relacionada com PMS, foram em valores absolutos, superiores aos coeficientes de correlações fenotípicas. Isso evidencia a maior contribuição dos fatores genéticos na expressão dos caracteres. Resultados semelhantes foram observados por Bhutta et al. (2005), Kole (2006) com progênies soma clonais na Índia, Amabile et al.(2015) e Sayd et al. (2018) em condições similares a este trabalho. Destacou-se, que os sinais dos coeficientes genotípicos e fenotípico tiveram o mesmo sinal nas correlações fenotípicas e genotípicas, segundo Cruz et al. (2014), esse fato é decorrente da ausência de erros na amostragem e avaliação.

Esse fato foi constatado entre as correlações (Tabela 2) CL1 x Altura, Rendimento x Ciclo, CL1 x Ciclo, PMS x Ciclo e Altura x Ciclo. Pode-se observar que a característica Ciclo, em todas as correlações, teve sinal negativo. Isso significa que quanto mais precoce o genótipo é, todas suas características tem expressão intensificada positivamente, em maior ou menor escala. As menores correlações observadas para Ciclo, tanto fenotípica quanto genotípica, foram com a característica CL1 com valores $| -0,3477 |$ e $| -0,3773 |$ respectivamente. Pode-se observar que para Sayd et al. (2018), esta correlação foi negativa, mas em sua coleção de trabalho, foi muito menos intensa, com valores $r_f | -0,0139 |$ e $r_g | -0,0141 |$. Já para Amabile et al. (2015), além de ser positiva esta correlação, também teve magnitude baixa, $| 0,0428 |$ e $| 0,0417 |$. Pode-se concluir que o ambiente deste experimento permitiu expressar melhor a realidade genotípica das correlações, que foram de maior magnitude. Como as coleções de trabalho foram diferentes deste experimento e com mais semelhança entre si, já que ambas haviam sido selecionadas para alta produtividade, isso pode explicar parte do resultado obtido. Em contra partida, as maiores correlações para a característica Ciclo foram observadas com PMS $r_f | -0,4719 |$ e $r_g | -0,4842 |$. Expressão média, próxima de 50% inversamente proporcional, significando que um genótipo mais precoce tem grandes chances de expressar neste ambiente elevados valores de PMS e consequentemente CL1.

No teste de agrupamento entre as médias, para a característica Rendimento (Tabela 3), os três genótipos que mais se destacaram, foram os genótipos PFC 2005143 (10.737 kg ha⁻¹), PFC 2004212 (10.273 kg ha⁻¹) e PFC 2005142 (10.140 kg ha⁻¹), ambos tiveram rendimentos de grãos acima de 10 toneladas ha⁻¹, mas apresentaram diferenças estatísticas entre si (Tabela 3). O genótipo PFC 2006134 (9.749 kg ha⁻¹) está isolado em quarto lugar. Temos os genótipos PFC 2005138 (9.504 kg ha⁻¹), CEV 98046 /MERIT (9.480 kg ha⁻¹) e PFC 2007125 (9.454 kg ha⁻¹) sem diferença, ainda acima da testemunha mais produtiva (BRS 180) (9.254 kg ha⁻¹) em valores absolutos. Esse, que não diferiu estatisticamente de outras duas testemunhas - BRS Savanna (9.197 kg ha⁻¹) e BRS Deméter (9.158 kg ha⁻¹) - no mesmo grupo (f) que os genótipos PFC 2007098 (9.234 kg ha⁻¹) e PFC 2004345 (9.136 kg ha⁻¹). Lançada em 2008, a BRS Deméter veio como mais uma cultivar para o plantio irrigado no Cerrado, com produtividades registradas de até 7.392 kg.ha⁻¹ (AMABILE et al. 2008). De acordo com SILVA et al. (2000), no lançamento da cultivar BRS 180, em parcelas experimentais, chegou a produzir o máximo de 8.920 kg.ha⁻¹, superado neste experimento. Por conseguinte, é fundamental que estes genótipos por terem superado estas cultivares, sejam avaliados quanto a sua adaptabilidade e estabilidade para viabilizar novos lançamentos ou seleção para hibridações. Em um próximo grupo de médias (g) estão três genótipos: PFC 2006053 (9.064 kg ha⁻¹), PFC 2006054 (8.998 kg ha⁻¹) e PFC 2005145 (8.981 kg ha⁻¹). A cultivar BRS Sampa (8.504 kg ha⁻¹) está posicionada no antepenúltimo grupo com o genótipo PFC 2003054 (8.508 kg ha⁻¹). A última testemunha com recomendação para o Cerrado, BRS 195 apresentou rendimento de grãos médio de 8.069 kg ha⁻¹, está no penúltimo grupo sem diferença estatística do PFC 2007105 (8.109 kg ha⁻¹). O último grupo de médias teve como genótipos PFC2004216 (7.905 kg ha⁻¹), PFC2004033 (7.883 kg ha⁻¹) e PFC2005141 (7.822 kg ha⁻¹). Os valores de rendimento estimado de grãos neste ano de experimento são muito superiores às médias encontradas nos lançamentos das cultivares como a BRS Deméter (5.864 kg ha⁻¹) em seis anos de avaliação, BRS 180 (6.280 kg ha⁻¹) em cinco anos e BRS Savanna (5.908 kg ha⁻¹) (AMABILE et al. 2013) em dois estados mais o DF em quatro anos. Pela superioridade dos rendimentos estimados de grãos, é possível que este ano tenha sido muito favorável para o cultivo.

Quanto a CL1, foram observados quatro grandes grupos. O primeiro (a), com classificação comercial de grãos de primeira maior que 90%, representado pelos genótipos PFC 2006054, PFC 2007105, PFC 2006053, PFC 2005143 e PFC 2007098. Essa característica é muito desejada pela indústria, e altos valores como os apresentados pelos genótipos supracitados chamam bastante atenção. O segundo (b) representado pelos PFC 2005138 e PFC 2007125 e com média próxima a 88%, apresentando médias maiores que as testemunhas

quando foram lançadas (BRS Sampa 75%, BRS Savanna 82%, BRS 180 82% e BRS Deméter 85%). O terceiro Grupo (c), apresenta genótipos que ainda estão dentro do estipulado pela PORTARIA 691 (BRASIL, 1996) e preferido pela indústria, com classificação de primeira maior que 80%, representado pelos genótipos PFC 2004033 (85%), BRS Deméter (84%) e muito próximo ao que foi no lançamento, PFC 2004216, PFC 2004345, PFC 2003054, PFC 2006134, BRS 195 (81%) e por fim PFC 2004212(81%). No quarto grupo ficaram todos os outros genótipos, PFC 2005142 (79%), PFC 2005145, BRS Savanna (78%) superando até mesmo seu lançamento, mas provavelmente sem diferença estatística, CEV 98046 /MERIT, BRS Sampa (77%), PFC 2005141 e BRS 180 (73%). Nota-se que três cultivares, das cinco testemunhas ficaram neste grupo. Estas são referência no Cerrado, mostrando que existem genótipos com grande potencial nesta coleção de trabalho.

A análise das características Rendimento e CL1, permite a relação de genótipos produtivos com tamanho de grãos exigidos pelo mercado. Os genótipos avaliados, com exceção das cultivares BRS 180 e BRS Savanna, são dísticas, e teoricamente tem uma tendência maior a produzir grãos maiores e atingir maiores porcentagens de grãos com a classificação de primeira. Com exceção da BRS Sampa, isto pode ser observado nestes dados experimentais, mostrando as cultivares dísticas com mais grãos na CL1. Posto que, é necessário avaliar em trabalhos futuros a qualidade do grão para malteação ou para o que se vá destinar a produção.

Em um trabalho com 21 genótipos de cevada (18 nuas e 3 testemunhas) sob irrigação no Cerrado do Distrito Federal, Sayd et al. (2018) ao estudarem a classificação comercial de grãos de primeira obtiveram uma média de 30,7% dos grãos de acessos de cevada nua avaliados em um ambiente e 37,4% em outro no ano de 2012. Os valores médios das testemunhas foram superiores e chegaram a 57,6% para no primeiro ambiente e 61,4% no segundo. Nota-se que os valores das testemunhas são ligeiramente mais altos que a dos genótipos experimentais, isso aconteceu pois geralmente a cevada nua apresenta grãos menores e mais distribuídos de acordo com a PORTARIA 691 (BRASIL, 1996). Já Amabile et al. (2017), em um ambiente semelhante a este trabalho em sistema de irrigação convencional com 39 genótipos de cevada elite, obtiveram resultado de 83,54% de média para esta mesma característica. Neste mesmo experimento apenas três genótipos não atingiram 80% e com diferença estatística das testemunhas em CL1. O que demonstra que nas condições apresentadas e com materiais adaptados, pode-se obter com certa facilidade genótipos que atendam esta necessidade das indústrias.

Para PMS, cinco grupos foram ranqueados, com destaque para os genótipos PFC 2006054 e PFC 2007105, sem diferença estatística e agrupados em primeiro lugar, com PMS

de 54,45 g e 54,3 respectivamente. Valores próximos a estes foram observados por Sayd et al. (2018) nas testemunhas do experimento, já que neste trabalho todos os genótipos são de cevada que tem os grãos cobertos por pálea e lema assim como as testemunhas do trabalho em questão. Já nos genótipos de cevada nua, objetivo do estudo, as médias foram menores, o que pode estar relacionado ao maior foco no melhoramento de cevada com casca. No trabalho de Sayd et al. (2019), onde foram avaliados 69 genótipos de diferentes origens, três genótipos da coleção de trabalho apresentaram nos anos de 2012, 2013 e 2014, PMS em torno de 50 g, se destacando dos demais nessa característica. Amabile et al. (2017) encontraram valores no seu trabalho de 52,75 g CIMMYT 2 e 51,13 g CIMMYT 48 para os maiores PMS, dentre 39 genótipos de cevada elite, e próximos aos observados neste trabalho. Os genótipos avaliados no trabalho têm grande potencial para esta característica. Num segundo grupo os genótipos PFC 2005138, PFC 2006053 e PFC 2007125 próximos a 50 g. Os genótipos PFC 2007098, PFC 2005143, PFC 2004033, PFC 2004212, PFC 2006134 e PFC 2005142 pertencem ao terceiro grupo, variando de 44,23 g a 46,53 g. A primeira cultivar testemunha com 43,50 g (BRS Deméter), sem diferença estatística dos CEV 98046 /MERIT e PFC 2005145. No quarto grupo, e com três representantes das testemunhas temos PFC 2003054, PFC 2004216, PFC 2004345, BRS Savanna, BRS 195, PFC 2005141, BRS Sampa e BRS 180. A média geral deste último grupo foi de 43,86 g.

Os valores obtidos demonstram uma forte correlação entre PMS e CL1 (Tabela 2). Nota-se que os genótipos PFC 2006054 e PFC 2007105 tiveram os melhores resultados em ambas características. Resultado semelhante ocorreu com a população de trabalho de Amabile (2013), onde a correlação foi positiva em ambos os casos, de forte magnitude na genotípica e média magnitude na fenotípica. No programa de melhoramento para seleção indireta, essa correlação é um ponto importante para atentar-se. Todavia, para Rendimento, a correlação com PMS é positiva mas de fraca magnitude. Isso explica por exemplo, os piores valores para a BRS 180 nas características PMS e CL1 o que contrapõe com um rendimento de grãos (9253 kg ha^{-1}) expressivo da cultivar.

Apenas dois grupos estatisticamente diferentes perfizeram a característica Altura. No primeiro, os genótipos mais altos, maiores que 90 cm (92,25 – 98,50), representados por BRS 180, BRS 195, BRS Savanna, BRS Deméter, PFC 2004033, PFC 2004212, PFC 2004345, PFC 2005138, PFC 2005141, PFC 2005142, PFC 2005143, PFC 2005145, PFC 2006053, PFC 2006054, PFC 2006134, PFC 2007125, PFC 2007098, CEV 98046 /MERIT. No segundo grupo, apenas quatro genótipos, PFC 2003054, PFC 2007105, PFC 2004216 e BRS Sampa. Esta última, em valor absoluto, a que teve menor média (84 cm). Segundo Amabile (2015),

deve-se explorar o baixo porte dos genótipos nos programas de melhoramento para que se evite o acamamento. Posto isso, vale salientar que os valores expressados neste ano são todos, em comparação das alturas dos cultivares já registrados para a região, superiores às médias de lançamentos das testemunhas. A cultivar BRS195 por exemplo foi lançada com altura média de 69 cm, classificada como anã, e aqui apresentou altura de 93,5 cm.

Entretanto, nesse trabalho foi observada uma correlação positiva e mediana entre a Altura e Rendimento (Tabela 2). Isso torna difícil a seleção destes genótipos buscando porte baixo, visto que o rendimento de grãos é uma característica muito importante na maioria dos trabalhos de melhoramento. Dentre os genótipos avaliados, os que obtiveram maiores rendimentos de grãos, foram aqueles que apresentaram as maiores alturas. [PFC 2005143 (10.737 kg ha⁻¹ e 94,5 cm), PFC 2004212 (10.273 kg ha⁻¹ e 97,25 cm) e PFC 2005142 (10.140 kg ha⁻¹ e 94,25 cm)]. Vislumbrando Rendimento, seriam genótipos que podem fazer parte de blocos de cruzamento com genótipos de menor porte. Outra opção é a utilização de redutores de crescimento.

São vários os fatores que afetam a altura de plantas. Dente eles o espaçamento, adubação (principalmente a nitrogenada), e o uso de redutores de crescimento (TEIXEIRA & RODRIGUES, 2003). Nesse estudo Teixeira & Rodrigues (2003) testaram o uso do redutor Moddus® (trinexapac-etil, 0,4 L/ha) e variaram as doses de N, 45 ou 65 kg de nitrogênio em cobertura ha⁻¹. Eles concluíram que os aumentos da dose de nitrogênio incrementaram a estatura de plantas e o índice de acamamento e que com o redutor de crescimento as plantas tiveram menor estatura, mas que isto não resultou em menor acamamento nas variedades estudadas. Em contrapartida, com dois genótipos dísticos e dois hexásticos, Amabile et al. (2004) aplicaram trinexapac-etil nas dosagens de 100 e 125g ha⁻¹ no estádio de primeiro nó visível e 125g ha⁻¹ no estádio de segundo nó visível. Neste estudo o redutor, no Cerrado sob irrigação, apresentou significativo efeito na redução do porte das plantas de cevada e também no acamamento, demonstrando que pode ser utilizado, mas com estudos direcionados às cultivares comerciais, já que não afetou a maioria das características estudadas.

Na característica Ciclo houve sete grupos, os quais serão apresentados do menor (genótipo mais precoce) para o maior. O PFC 2007098 foi o mais precoce (61 dias), seguido de um grande grupo: PFC 2005142, PFC 2006054, CEV 98046 /MERIT, BRS Savanna, PFC 2006053, PFC 2007105, PFC 2005145, PFC 2006134, que tiveram representantes entre 63,5 e 64,5 dias. A testemunha BRS Savanna neste grupo apresentou em seu lançamento uma média de 56 dias, inferior até ao mais precoce dos genótipos apresentados. No terceiro grupo os genótipos PFC 2005141 e PFC 2005143 e média de 65,88 dias. Um quarto grupo com quatro

genótipos PFC 2004212, PFC 2007125, PFC 2004216, PFC 2005138 e média de 67,13. Isolado a BRS 180 (68,75 dias) no quinto grupo, bastante superior ao lançamento em 1999, onde apresentou média de ciclo de 58 dias. E os dois últimos grupos, com três genótipos cada (PFC 2004033, PFC 2003054, PFC 2004345) e (BRS Sampa, BRS 195, BRS Deméter), sendo o último grupo o mais tardio com média de 72,17 dias. Portanto, apesar de neste ano as médias de todas as testemunhas terem ficado acima até mesmo do lançamento de cada cultivar, é notório que as posições em caso de um ranqueamento com números absolutos para esta característica seriam mantidas, sendo as hexásticas mais precoces e as dísticas mais tardias em relação à estas. Podemos observar, na Tabela 2, que para esta característica todas as correlações foram negativas e classificadas como médias. Os genótipos mais precoces tendem a ter maiores Rendimento, CL1 e PMS.

Foi utilizado o teste Kruskal-Wallis para o estudo estatístico da característica Acamamento, já que os dados não atingiram a normalidade, pré-requisito para os testes paramétricos. Dois grupos definidos e um sobreposto como resultado do teste. No primeiro grupo, com maior Acamamento, o PFC 2004212 (média de 30%) e PFC 2005141 (média de 20%) mas sem diferirem estatisticamente. Seguidos da BRS Savanna e do CEV 98046 /MERIT (ambos com média de 5%), que ficaram sobrepostos entre os dois grupos (Tabela 3). Os genótipos BRS 180, PFC 2004345, PFC 2005138, PFC 2005142, PFC 2005143, PFC 2005145, PFC 2006053, PFC 2006054, PFC 2006134, PFC 2007105, BRS195, PFC 2007125, PFC 2007098, BRS Sampa, BRS Deméter, PFC 2003054, PFC 2004033, PFC 2004216 não acamaram. Observa-se que as cultivares que foram utilizadas como testemunhas ou não acamaram ou acamaram muito pouco. Isso demonstra a pressão de seleção que as mesmas já sofreram para esta característica. Existem técnicas de manejo que reduzem o porte da planta, e conseqüentemente o acamamento conforme já mencionado. Uma vez utilizado os reguladores de crescimento, tem-se a possibilidade de estresse fisiológico, que no trabalho de Amabile et al. (2014) afetou negativamente apenas a característica classificação de primeira, e conseqüente alguma possível perda, além do custo do produto e também o custo da aplicação. Portanto, o ideal é que os genótipos selecionados sejam resistentes para a característica Acamamento.

Verifica-se, portanto, que o ambiente teve baixa influência nos parâmetros avaliados, e que o fenótipo observado teve estreita correlação com o genótipo da coleção de trabalho.

4 CONCLUSÕES

Os altos valores de herdabilidade (h^2) em sentido amplo verificados, e os baixos valores dos coeficientes de variação ambiental, permitem inferir que a variância genética teve maior influência na variância fenotípica observada.

Os altos coeficientes de variância genotípica e a alta acurácia seletiva obtidos indicam condição ambiental favorável à seleção de genótipos para os caracteres estudados.

Para a característica Ciclo, as correlações tiveram sinal negativo com todas as outras características estudadas, demonstrando que genótipos mais precoces tem maiores rendimentos de grãos, classificação comercial de grãos de primeira, peso de mil sementes e altura.

Constatou-se forte correlação positiva entre classificação comercial de grãos de primeira e peso de mil sementes.

Os genótipos PFC 2005143, PFC 2006134 e PFC 2004212 destacam-se agronomicamente e possuem potencial para serem utilizados em blocos de cruzamentos dentro do programa de melhoramento de cevada irrigada brasileiro.

5 TABELAS

Tabela 1. Parâmetros genéticos e ambientais avaliados dos 22 genótipos de cevada do grupo Classe A para rendimento estimado de grãos (Rendimento), classificação comercial de grãos de primeira (CL1), peso de mil sementes (PMS), altura de plantas (Altura), ciclo de espigamento (Ciclo).

FV	G.L.	Valores de F				
		Rendimento	CL1	PMS	Altura	Ciclo
Blocos	3					
Genótipos	21	606,5334**	10,9428**	25,6054**	7,2257**	93,2829**
Resíduos	63					
QMg		2.537.296,892	0,035038	104,973506	60,61039	47,112554
σ^2_g		633.278,404	0,007959	25,21846	13,055556	11,651876
σ^2_f		634.324,2231	0,008759	26,243377	15,152597	11,778139
σ^2_e		1.045,819039	0,0008	1,024917	2,097042	0,126263
h^2 (%)		99,8351	90,8616	96,0946	86,1605	98,928
CV_e (%)		0,714479	4,856208	4,616281	3,121094	1,062863
CV_g (%)		8,79	7,6564	11,4493	3,8938	5,1051
CV_r		12,3038	1,5766	2,4802	1,2476	4,8032
\hat{r}_{gg}		0,999	0,953	0,980	0,928	0,995

(QMg) quadrado médio dos tratamentos; (σ^2_g) variância genotípica; (σ^2_f) variância fenotípica; (σ^2_e) variância ambiental; (h^2 (%)) herdabilidade; (CV_e (%)) coeficiente de variação ambiental; (CV_g (%)) coeficiente de variação genético; (CV_r), Razão CV_g/CV_e ; e (\hat{r}_{gg}) Acurácia seletiva.

Tabela 2. Coeficientes de correlação (fenotípico e genotípico) para rendimento estimado de grãos (Rendimento), classificação comercial de grãos de primeira (CL1), peso de mil sementes (PMS), altura de plantas (Altura), ciclo de espigamento (Ciclo).

Coeficientes de Correlação (r)		Rendimento	CL1	PMS	Altura	Ciclo
Rendimento	r_f	1				
	r_g					
CL1	r_f	0,0977	1			
	r_g	0,0994				
PMS	r_f	0,1930	0,8479	1		
	r_g	0,1948	0,8924			
Altura	r_f	0,4522	-0,0345	0,1049	1	
	r_g	0,4857	-0,0417	0,1017		
Ciclo	r_f	-0,3778	-0,3477	-0,4719	-0,3981	1
	r_g	-0,3804	-0,3773	-0,4842	-0,4398	

De acordo com Carvalho, Lorencetti e Benin (2004), os coeficientes de correlação podem ser classificados conforme sua magnitude, sendo: correlação nula ($r=0$), fraca ($0 < |r| \leq 0,30$), média ($0,30 < |r| \leq 0,60$), forte ($0,60 < |r| \leq 0,90$), fortíssima ($0,90 < |r| \leq 1$) e perfeita ($|r| = 1$).

Tabela 3. Médias dos 22 genótipos de cevada das características rendimento estimado de grãos (Rendimento), classificação comercial de grãos de primeira (CL1), peso de mil sementes (PMS), altura de plantas (Altura), ciclo de espigamento (Ciclo) e porcentagem de plantas acamadas (Acamamento).

Rendimento			CL1*			PMS		
PFC 2005143	10.737,00	a	PFC 2006054	1.3557 (95.25)	a	PFC 2006054	54,45	a
PFC 2004212	10.273,00	b	PFC 2007105	1.312 (93.25)	a	PFC 2007105	54,30	a
PFC 2005142	10.140,25	c	PFC 2006053	1.2986 (92.75)	a	PFC 2005138	49,68	b
PFC 2006134	9.749,00	d	PFC 2005143	1.2905 (92.25)	a	PFC 2006053	49,13	b
PFC 2005138	9.504,00	e	PFC 2007098	1.2875 (91.75)	a	PFC 2007125	48,98	b
CEV 98046 /MERIT	9.479,50	e	PFC 2005138	1.2262 (88.25)	b	PFC 2007098	46,53	c
PFC 2007125	9.453,50	e	PFC 2007125	1.2095 (87)	b	PFC 2005143	45,55	c
BRS 180	9.253,75	f	PFC 2004033	1.1671 (84.5)	c	PFC 2004033	45,28	c
PFC 2007098	9.234,00	f	BRS Deméter	1.1596 (84)	c	PFC 2004212	44,88	c
BRS Savanna	9.196,75	f	PFC 2004216	1.1563 (83.75)	c	PFC 2006134	44,43	c
BRS Deméter	9.158,25	f	PFC 2004345	1.1525 (83.5)	c	PFC 2005142	44,23	c
PFC 2004345	9.135,75	f	PFC 2003054	1.1503 (83.25)	c	BRS Deméter	43,50	d
PFC 2006053	9.063,75	g	PFC 2006134	1.1302 (81.5)	c	CEV 98046 /MERIT	42,33	d
PFC 2006054	8.997,75	g	BRS 195	1.12 (81)	c	PFC 2005145	42,20	d
PFC 2005145	8.981,25	g	PFC 2004212	1.1167 (80.75)	c	PFC 2003054	39,48	e
PFC 2003054	8.508,00	h	PFC 2005142	1.1013 (79.25)	d	PFC 2004216	39,40	e
BRS Sampa	8.503,50	h	PFC 2005145	1.1009 (78.75)	d	PFC 2004345	39,38	e
PFC 2007105	8.108,50	i	BRS Savanna	1.0829 (78)	d	BRS Savanna	39,38	e
BRS 195	8.068,75	i	CEV 98046 /MERIT	1.0727 (77)	d	BRS 195	39,23	e
PFC 2004216	7.904,75	j	BRS Sampa	1.0707 (77)	d	PFC 2005141	38,70	e
PFC 2004033	7.882,75	j	PFC 2005141	1.0518 (75.25)	d	BRS Sampa	37,90	e
PFC 2005141	7.821,50	j	BRS 180	1.0218 (72.75)	d	BRS 180	36,08	e

Altura			Ciclo			Acamamento**		
BRS Savanna	98,50	a	BRS Sampa	72,75	a	PFC 2004212	30	a
PFC 2004212	97,25	a	BRS 195	72,00	a	PFC 2005141	20	a
PFC 2007098	96,00	a	BRS Deméter	71,75	a	CEV 98046 /MERIT	5	ab
PFC 2005141	95,75	a	PFC 2004033	71,25	b	BRS Savanna	5	ab
PFC 2006134	95,50	a	PFC 2003054	71,00	b	BRS 180	0	b
PFC 2006053	95,00	a	PFC 2004345	70,75	b	PFC 2004345	0	b
PFC 2006054	94,75	a	BRS 180	68,75	c	PFC 2005138	0	b
PFC 2004345	94,50	a	PFC 2005138	67,75	d	PFC 2005142	0	b
PFC 2005142	94,25	a	PFC 2004216	67,25	d	PFC 2005143	0	b
PFC 2005138	94,25	a	PFC 2007125	66,75	d	PFC 2005145	0	b
PFC 2007125	93,75	a	PFC 2004212	66,75	d	PFC 2006053	0	b
CEV 98046 /MERIT	93,50	a	PFC 2005141	66,25	e	PFC 2006054	0	b
BRS 195	93,50	a	PFC 2005143	65,50	e	PFC 2006134	0	b
PFC 2004033	93,25	a	PFC 2006134	64,50	f	PFC 2007105	0	b
BRS 180	92,75	a	PFC 2005145	64,50	f	BRS195	0	b
PFC 2005145	92,50	a	PFC 2007105	64,25	f	PFC 2007125	0	b
BRS Deméter	92,50	a	PFC 2006053	64,00	f	PFC 2007098	0	b
PFC 2005143	92,25	a	BRS Savanna	63,75	f	BRS Sampa	0	b
PFC 2003054	87,00	b	CEV 98046 /MERIT	63,50	f	BRS Deméter	0	b
PFC 2007105	85,50	b	PFC 2006054	63,50	f	PFC 2003054	0	b
PFC 2004216	85,25	b	PFC 2005142	63,50	f	PFC 2004033	0	b
BRS Sampa	84,00	b	PFC 2007098	61,00	g	PFC 2004216	0	b

Médias agrupadas pelo teste de Skott-Knott a 5% de significância. As médias seguidas com a mesma letra não diferem estatisticamente. * Os dados coletados em sistema percentual, e submetidos à transformação [=ASEN(RAIZ(CL1/100))]. ** O teste não paramétrico de Kruskal-Wallis foi utilizado para análise destes dados.

REFERÊNCIAS

- ADDISU, A.; SHUMET, T. Variability, heritability and genetic advance for some yield and yield related traits in barley (*Hordeum vulgare* L.) landraces in Ethiopia. **International Journal of Plant Breeding and Genetics**, v. 9, n. 2, 2015. 68-76 p.
- ALLARD, R. W. **Principles of plant breeding**. 2 ed. New York: John Wiley & Sons, 1999. 254 p.
- AMABILE, R. F.; MINELLA, E.; VALENTE, C. M. W.; SERRA, D. DA. Efeito do regulador de crescimento Trinexapac-Etil em cevada cervejeira irrigada em áreas de Cerrado do Distrito Federal. **Embrapa Cerrados-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E)**, Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 120. 2004. 14 p.
- AMABILE, R. F.; MINELLA, E.; GUERRA, A. F.; SILVA, D. B. D. 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, 2008b. 1247-1249 p.
- AMABILE, R. F. **Caracterização molecular, morfoagronômica e de qualidade de grãos de genótipos elite de cevada irrigada no Cerrado**. 2013. Tese de Doutorado - Universidade de Brasília, Brasília. 220p.
- 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, 2013. 160-163 p.
- AMABILE, R. F.; FALEIRO, F. G.; CAPETTINI, F.; SAYD, R. M.; PEIXOTO, J. R.; GUERCIA, R.F. Characterization and genetic variability of barley accessions (*Hordeum vulgare* L.) irrigated in the savannas based on malting quality traits. **Journal of the Institute of Brewing**, v.120, n. 4, 2014. 404-414 p.
- AMABILE, R. F.; FALEIRO, F. G.; CAPETTINI, F.; SAYD, R. Estimation of genetic parameters, phenotypic, genotypic and environmental correlations on Barley (*Hordeum Vulgare* L.) grown under irrigation conditions in the Brazilian Savannah. **Embrapa Cerrados-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, v.40, 2015. 255-262 p.
- AMABILE, R. F.; FALEIRO, F. G.; CAPETTINI, F.; PEIXOTO, J. R.; SAYD, R. M. Genetic variability in elite barley genotypes based on the agro-morphological characteristics evaluated under irrigated system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.41, n. 2, 2017. 147-158 p.
- AMABILE, R. F.; SAYD, R. M.; FALEIRO, F. G.; BRIGE, F. A.; MONTALVÃO, A. P. L.; SALA, P. I. A.; ROCHA, S. K. S.; DELVICO, F. M. S; THOMÉ, R. D. **Parâmetros genéticos e avaliação de genótipos de cevada nua irrigada no Cerrado**. In: SIMPÓSIO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 2 ed, 2018, Brasília, DF.
- BHUTTA, W. M.; BARLEY, T.; IBRAHIM, M. Path-coefficient analysis of some quantitative characters in husked barley. **Caderno de Pesquisa Sér. Bio**, Santa Cruz do Sul, v. 17, n. 1, , jan./jun. 2005. 65-70 p.

BORÉM, A.; MIRANDA, G. V. **Melhoramento de plantas**. Viçosa, MG: UFV, 2013. 523 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria n. 691, de 22 de nov de 1996. Brasília, 1996. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 26 nov. 1996. Seção 1. 24751-24752 p.

BRASIL; Ministério Da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: MAPA, 2009. 395 p.

CARGNELUTTI FILHO, A.; STORCK, L. Medidas do grau de precisão experimental em ensaios de competição de cultivares de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 2, 2009. 111-117 p.

CONAB. **Série Histórica das Safras**. Disponível em: < <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras?start=10> > Acesso em: 10/12/2019.

COSTA, N. H. D. A. D.; SERAPHIN, J. C.; ZIMMERMANN, F. J. P. Novo método de classificação de coeficientes de variação para a cultura do arroz de terras altas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 3, p. 243-249, 2002.

CHRISTOFIDIS, D. Oportunidades de irrigação no Cerrado: recursos hídricos dos cerrados e seu potencial de utilização na irrigação. **Revista item: irrigação e tecnologia Moderna. Brasília: ABID**, n. 69/70, 2006. 87-97 p.

CRUZ, C. D. Genes: a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.35, n. 3, 2013. 271-276 p.

CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P. C. S.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3.ed. Viçosa: UFV, v.2, 2014. 668 p.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2.ed. Viçosa: UFV. 1997. 390 p.

DELOGU, G.; LORENZONI, C.; MAROCCO, A.; MARTINIELLO, P.; ODOARDI, M.; STANCA, A. M. A recurrent selection programme for grain yield in winter barley. **Euphytica**, v. 37, n. 2, 1988. 105-110 p.

EMBRAPA CERRADOS. **Monitoramento da irrigação no Cerrado**. 2009. Disponível em: < <http://hidro.cpac.embrapa.br/index.php> >. Acesso em: 15/10/2019.

FALCONER, D.; MACKAY, T. F. C. **Introduction to quantitative genetics**. 4 ed. Edinburgh: Longman Group Limited, 1996. 464 p.

FALEIRO, F. G.; CRUZ, C. D.; CASTRO, C. D.; MOREIRA, M. A.; BARROS, E. G. de. Comparação de blocos casualizados e testemunhas intercalares na estimação de parâmetros genéticos em feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 12, 2002. 1675-1680 p.

FALEIRO, F. G.; SOUSA, E. D. S. **Pesquisa, desenvolvimento e inovação para o Cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2007. 138 p.

FAOSTAT. **Statistical databases**. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#home> 2020>. Acesso em 05/01/2020.

GARCÍA, G. A.; SERRAGO, R. A.; DRECCER, M. F.; MIRALLES, D. J. Post-anthesis warm nights reduce grain weight in field-grown wheat and barley. **Field crops research**, v. 195, 2016. 50-59 p.

KEMPTHORNE, O. An introduction to genetic statistics. 3ª impr. New York, John Wiley Sons 1966. 545p.

KOLE, P. Variability, correlation and regression analysis in third somaclonal generation of barley. **Barley genetics newsletter**, 36, , 2006. 44-47 p.

MONTEIRO, V. A. **Diversidade genética de acessos de cevada sob sistema de produção irrigado no Cerrado do Planalto Central brasileiro**. Dissertação em Mestrado – Universidade de Brasília, Brasília, 2012. 143 p.

PATERNIANI, E.; VIÉGAS, G. **Melhoramento e Produção do Milho**. Fundação Cargill, Campinas. v. 2, 2 ed, 1987.

PIMENTEL, G. F. **Curso de estadística experimental**. 11ed. São Paulo, Nobel, 1990. 468p.

RESENDE, M. D.V. de. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Brasília –DF: Embrapa Informações Tecnológicas, 2002. 975 p.

RESENDE, M. D. V.; DUARTE, J. B. Precisão e controle de qualidade em experimentos de avaliação de cultivares. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 3, 2007. 182-194 p.

SAYD, R. M. **Estimação de parâmetros genéticos de características malteiras de cevada (*Hordeum vulgare* L.) irrigada no Cerrado**. 2011. 44 p.

SAYD, R. M. **Parâmetros genéticos, índices de seleção e diversidade genética de genótipos de cevada irrigada no Cerrado**. 2018. Tese de Doutorado – Universidade de Brasília, Brasília. 135 p.

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, 2017. 84-94 p.

SAYD, R. M.; AMABILE, R. F.; FALEIRO, F. G.; COELHO, M. C. MONTALVÃO A. P. L. Genetic parameters and agronomic characterization of elite barley accessions under irrigation in the Cerrado. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 41, 2019. 12 p.

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, 2018. 8p.

STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H. **Principles and procedures of statistics a biometrical approach**. 2.ed. New York, NY: McGraw-Hill Publishing, 1980. 633 p.

TEIXEIRA, C.C.M.; RODRIGUES, O. **Efeito da adubação nitrogenada, arranjo de plantas e redutor de crescimento no acamamento e em características de cevada**. Passo Fundo: Embrapa Trigo (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 20), 2003.16 p.

THOMÉ, R. D.; AMABILE, R. F.; FALEIRO, F. G.; SAYD, R. M.; FELIPE, A. A. B.; MONTALVÃO, A. P. L.; DELVICO, F. M. S; ROCHA, S. K. S.; SALA, P. I. A. **Caracterizações morfoagronômicas de genótipos elite de cevada irrigada no Cerrado brasileiro**. In: SIMPÓSIO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 2 ed. 2018. Brasília, DF.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto, SP: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 496 p.

CAPÍTULO II

ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE GENÓTIPOS DE CEVADA IRRIGADA NO CERRADO DO DISTRITO FEDERAL

RESUMO

Objetivou-se neste trabalho estimar os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade pelo método de Eberhart e Russell de 17 genótipos de cevada (*Hordeum vulgare* L.) comparados com duas testemunhas (BRS 180 e BRS 195), conduzidos sob irrigação no Cerrado. Os experimentos foram conduzidos de maio a setembro nos anos de 2012 a 2015, sob sistema de irrigação via pivô central, em duas áreas experimentais distintas da Embrapa no Distrito Federal: Secretaria de Inovação e Negócios – Fazenda Sucupira (SIN), Riacho Fundo II – DF; e Campo Experimental da Embrapa Cerrados (CPAC), Planaltina-DF. Foram avaliadas cinco características: 1. Rendimento estimado de grãos (kg ha^{-1}); 2. CL1 - classificação comercial de grãos de primeira ($>2,5$ mm), em porcentagem (%); 3. PMS - peso de mil sementes (g); 4. Altura de plantas (cm); 5. Ciclo – dias após a emergência até o espigamento (dias). Os dados obtidos foram submetidos aos testes de Shapiro-Wilk e Bartlett, para verificar sua normalidade e homogeneidade das variâncias e submetidos a análise de variância individual e conjunta, e as médias foram agrupadas entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. Os coeficientes de variação ambiental (CV%) em geral foram menores que 10%, classificados como “baixos”, o que indica uma boa precisão experimental em nível de campo. Os genótipos PFC 2006053 e PFC 2006054 têm, para a maioria das características, ampla adaptabilidade e alta estabilidade e superaram tanto as testemunhas quanto a média geral do experimento.

Palavras-chave: *Hordeum vulgare* L., melhoramento genético, interação genótipos x ambientes, genética quantitativa.

ABSTRACT

The objective of this work was to estimate the parameters of adaptability and stability by the method of Eberhart and Russell of 17 barley genotypes (*Hordeum vulgare* L.) compared with two controls - BRS 180 and BRS 195-, conducted under irrigation in the Savanna. The experiments were conducted from May to September of the years 2012 to 2015, under irrigation system via central pivot, in two different experimental areas of Embrapa in the Federal District: Secretaria de Inovação e Negócios – Fazenda Sucupira (SIN), Riacho Fundo II – DF; e Campo Experimental da Embrapa Cerrados (CPAC), Planaltina-DF. Five characteristics were evaluated: 1. Rendimento - estimated grain yield (kg ha^{-1}); 2. CL1 – kernel plumpness (%); 3. PMS - weight in thousand seeds (g); 4. Altura - height of plants (cm); 5. Ciclo – days to heading (days). The obtained data were submitted to the Shapiro-Wilk and Bartlett tests, to verify their normality and homogeneity of the variances and submitted to individual and joint analysis of variance, and the means were grouped together by the Tukey test at 5% significance. The average coefficients of environmental variation (CV%) in general were less than 10%, classified as “low”, which indicates a good experimental precision at field level, CL1 (6,9%), PMS (6,66%), Altura (8,15%) and Ciclo (6,49%), except for Rendimento, where it was 10,3%, very close to the “low” level, but classified as “medium”. It was observed that some genotypes studied have broad adaptability and high stability for most characteristics, and exceeded both the controls and the overall average of the experiment. The genotype PFC 2006053 and PFC 2006054 have, for most of the characteristics, wide adaptability and high stability and surpassed both the controls and the overall average of the experiment.

Keywords: *Hordeum vulgare* L., genetic improvement, genotypes x environments interaction, quantitative genetics.

1 INTRODUÇÃO

O Cerrado é considerado uma das últimas fronteiras agrícolas do mundo, tem um imenso potencial pois é quase que em sua totalidade mecanizável apesar dos solos quimicamente pobres e ácidos. Com o desenvolvimento de tecnologias e estudos para solucionar estes problemas, o Cerrado têm batido recordes de produção de grãos a cada ano. Para introdução de novas espécies nesta região, faz-se necessário o melhoramento para que se adaptem às condições edafoclimáticas. Neste processo, os estudos de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade se fazem necessários.

A cevada é uma cultura de inverno que exige temperaturas mais amenas para o seu desenvolvimento, visto que, nesta estação, no Cerrado, o clima é frio e seco e a cevada é conduzida sob irrigação. Embora já existam cultivares recomendadas para o manejo irrigado no Cerrado, como a BRS 180, BRS Sampa, a BRS Deméter, a BRS Savanna, a BRS Manduri e a BRS 195 (AMABILE et al., 2014), a demanda pelo grão é crescente pois o Brasil participa de uma pequena porção do mercado global e ainda não é autossuficiente na produção do grão para suprir a necessidade das indústrias brasileiras.

Nesse cenário, existe uma busca constante por genótipos superiores. Sabe-se que a principal característica a ser melhorada é o rendimento de grãos, contudo outras características como peso de mil sementes, altura, ciclo e classificação comercial de grãos de primeira não podem ser negligenciadas. Entretanto, deve-se considerar a influência ambiental ao longo do ciclo da cultura, visando alta estabilidade e adaptabilidade (LOPES et al., 2002; SILVA, et al., 2005; CAIERÃO & ACOSTA, 2007).

Objetivou-se neste trabalho, o fornecimento de informações que possibilitem a avaliação e seleção de genótipos que contribuam com os programas de melhoramento de cevada irrigada no Cerrado do Brasil Central. As ações de pesquisa e desenvolvimento visaram analisar os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade de 19 genótipos de origem brasileira desenvolvidos pelo programa de melhoramento genético da cevada realizado na Embrapa Cerrados.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos de maio a setembro dos anos de 2012, 2013, 2014 e 2015, sob sistema de irrigação via pivô central, em duas áreas experimentais distintas da Embrapa no Distrito Federal: Secretaria de Inovação e Negócios – Fazenda Sucupira (SIN), Riacho Fundo II – DF, Estrada Parque Contorno Taguatinga/Gama, Km 03, 15°54'55,4'' de latitude Sul e 48°02'16,3'' de longitude Oeste, em uma altitude de 1.100 m, Latossolo Vermelho distrófico típico, argiloso; e Campo Experimental da Embrapa Cerrados (CPAC), Planaltina-DF, situada a 15°35'30'' de latitude Sul e 47°42'30'' de longitude Oeste, numa altitude de 1.007 m, em um Latossolo vermelho distrófico típico, argiloso.

Os genótipos utilizados pertencem ao programa de melhoramento genético da cevada realizado na Embrapa Cerrados. Para todos os anos de estudo, 17 genótipos do tipo dístico, de origem brasileira, e duas testemunhas (BRS 180 e BRS 195) foram avaliadas nos anos de 2012 a 2015.

No ano de 2012 registrado no período 41 mm de chuva no SIN e 46,5 mm de precipitação no CPAC. No ano de 2013 registrado no período 123 mm de chuva no SIN e 129 mm de precipitação no CPAC. Em 2014 e registrado no período 27 mm de precipitação no SIN e 46 mm de chuva no CPAC. No último ano, 2015, e registrado no período 108 mm de precipitação no SIN e 14,1 mm de chuva no CPAC. Esses índices mostram que existe baixa probabilidade de chuvas que poderiam prejudicar a colheita ou influenciar na qualidade dos grãos de cevada. Mais detalhes do clima são apresentados na tabela abaixo.

Tabela. Temperaturas do ar (°C) e Umidades relativas do ar (%) – máximas e mínimas - relativas ao período de cultivo de Maio a Setembro.

	2012		2013		2014		2015	
	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín
UR	97,8	14,5	97,2	18	98,3	15,5	98,6	11
T	35,3	8,6	34	8,4	34,9	5,8	36,6	9

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com quatro repetições. As parcelas foram constituídas de cinco linhas, espaçadas em 20 cm entre si, e com três metros de comprimento, com a área útil de três metros quadrados (m²) para cada parcela, com uma densidade de 300 plantas por m². Foram aplicados no sulco de semeadura 16 kg ha⁻¹ de N; 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅; 64 kg ha⁻¹ de K₂O; e 40 kg ha⁻¹ de N por ocasião do surgimento da quinta folha

plenamente expandida, de acordo com Amabile (2007). A irrigação foi realizada com base no Programa de Monitoramento de Irrigação no Cerrado (EMBRAPA CERRADOS, 2009).

Foram avaliadas cinco características: 1. Rendimento - rendimento estimado de grãos (kg ha^{-1}); 2. CL1 - classificação comercial de grãos de primeira ($>2,5$ mm), em porcentagem (%) (dados transformados) (BRASIL, 1996); 3. PMS - peso de mil sementes (g) (BRASIL, 2009); 4. Altura - altura de plantas (cm); 5. Ciclo – dias após a emergência até o espigamento (dias). As avaliações de rendimento de grãos, classificação comercial de grãos de primeira e PMS foram feitas no Laboratório de Sementes da Embrapa Cerrados.

1. Rendimento: os grãos de toda a parcela, foram colhidos e padronizados em uma mesma umidade (13%), foi então extrapolado a fim de obter-se a produtividade estimada em um hectare.

2. CL1: tamanho do grão, denominada por classificação comercial de grãos. Dividida em três classes: Primeira, a cevada cujos grãos inteiros e sadios fiquem retidos na peneira de crivos oblongos de 2,5 mm de largura (CL1); Segunda, a cevada cujos grãos inteiros e sadios vazem na peneira de 2,5 mm de largura, mas fiquem retidos na peneira de crivos oblongos de 2,2 mm de largura (CL2); Terceira, a cevada cujos grãos inteiros e sadios vazem na peneira de crivos oblongos de 2,2 mm de largura (CL3). Dados colhidos em porcentagem (%).

3. PMS: o grão colhido foi padronizado a 13% de umidade e foram contadas mil sementes, pesadas em balança de precisão para obtenção do valor em gramas do peso de mil sementes (g).

4. Altura: considerou-se 10% das plantas de cada parcela. A medição consiste da base da planta (solo) até o último grão da espiga em centímetros (cm).

5. Ciclo: quando 50% das plantas da parcela atingiram a fase reprodutiva, mensurado em dias após a emergência (DAE) medido em dias.

Os dados obtidos foram submetidos aos testes de Shapiro-Wilk e Bartlett, com auxílio do programa estatístico “R” i386 3.6.1, para verificar a normalidade e homogeneidade das variâncias. Os resultados dos testes, com os dados originais, apresentaram-se homogêneos quanto à variância e apresentaram normalidade, exceto para CL1, os quais foram coletados em sistema percentual, e submetidos a uma transformação $[CL1 = \text{ARCOSENO}(\text{RAIZ}(\text{Class1}/100))]$, a fim de obter-se a normalidade da distribuição dos erros e homogeneidade de variâncias. Posteriormente, para todas as características, os dados foram submetidos a análise de variância individual e conjunta, e para estimar a adaptabilidade e estabilidade dos genótipos às condições regionais, foi utilizado o método de Eberhart e Russel (1966) com o auxílio do Programa GENES (CRUZ, 2013).

Foram testados os dados de cada experimento separadamente, nas combinações Genótipo (G), Local (L) e Ano (A). Para realizar a análise de variância individual, foi considerado o seguinte modelo estatístico: $Y_{ij} = \mu + G_i + B_j + e_{ij}$, onde: Y_{ij} = valor obtido relacionado à i-ésima característica do genótipo no j-ésimo bloco; μ = média geral; G_i = efeito do i-ésimo genótipo ($i = 1, 2, \dots, g$); B_j = efeito do j-ésimo bloco ($j = 1, 2, \dots, r$); e_{ij} = erro aleatório (fatores não controlados).

Na análise de variância conjunta: $Y_{ijk} = \mu + G_i + B/A_{jk} + A_j + GA_{ij} + e_{ijk}$, onde: Y_{ijk} = valor observado do i-ésimo genótipo, no j-ésimo ambiente e no k-ésimo bloco; μ = média geral; G_i = efeito do i-ésimo genótipo ($i = 1, 2, \dots, g$); B/A_{jk} = efeito do bloco k dentro do ambiente A_j ($k = 1, 2, \dots, r$); A_j = efeito do j-ésimo ambiente; ($j = 1, 2, \dots, a$); GA_{ij} = efeito da interação do i-ésimo genótipo com o j-ésimo ambiente; e_{ijk} = erro aleatório (fatores não controlados).

O modelo adotado em Eberhart e Russel (1966) é dado por: $Y_{ij} = \beta_{oi} + \beta_{li}I_j + \delta_{ij} + \bar{\epsilon}_{ij}$, onde: Y_{ij} – média da característica do genótipo i no ambiente j; β_{oi} – constante de regressão; dado por $\beta_{oi} = \bar{Y}_i$; β_{li} – coeficiente da regressão linear que mede a resposta do i-ésimo genótipo à variação dos ambientes; I_j - índice ambiental codificado ($\sum_i I_j = 0$), dado por: $I_j = \frac{1}{g} \sum_i Y_{ij} - \frac{1}{ag} Y$; δ_{ij} = desvio da regressão; $\bar{\epsilon}_{ij}$ = erro experimental médio.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao considerar cada característica na análise de variância conjunta, ficou demonstrado que houve interação significativa entre os Genótipos (G) e os Ambientes (E), demonstrando a necessidade de separação em Ambientes (E). Com isso, obtiveram oito Ambientes distintos nas combinações de dois Locais com quatro Anos de experimento. A relação entre o maior quadrado médio do resíduo pelo menor quadrado médio do resíduo está de acordo com o sugerido por Pimentel-Gomes (1990), menor ou igual a 7, para a realização da análise conjunta dos dados.

Para todas as características apresentadas houve diferenças estatísticas entre os Genótipos, entre os Ambientes e também para interação GxE a 1% de probabilidade pelo teste F da Anova. Exceção foi a característica Ciclo, que apresentou diferença significativa a 5% (*) de probabilidade apenas para Genótipos (Tabela 1). Quanto ao efeito significativo dos Ambientes, é possível inferir que os experimentos foram conduzidos em combinações de LxA que apresentaram variação necessária para discriminar os genótipos da coleção de trabalho. Já o efeito significativo da interação genótipos x ambientes possibilita concluir que os Genótipos

se comportaram de forma diferente nos diversos Ambientes, alternando posições entre eles dentro de uma mesma característica estudada. A interação GxE também foi evidenciada por outros autores em cevada recentemente em diferentes locais do país, tanto no Distrito Federal quanto em Pato Branco-PR. (SAYD et al., 2018; KOBATA, 2019).

A significância do efeito da interação entre genótipos x ambientes indica a necessidade do estudo de adaptabilidade e estabilidade dos genótipos para identificar genótipos com maior adaptabilidade (CRUZ; CARNEIRO, 2006).

Seguindo o proposto por Pimentel-Gomes (1990), que considera os coeficientes de variação como baixos, quando são inferiores a 10%; médios, quando estão entre 10 e 20%; altos, quando estão entre 20 e 30% e muito altos, quando são superiores a 30%; e sabendo-se que esses valores são sugeridos para experimentos de campo com culturas agrícolas. Podemos observar os coeficientes de variação (CV%) médios em geral foram menores que 10% e consequentemente classificados como “baixos”, o que indica uma boa precisão experimental a nível de campo. Para CL1 (6,9%), PMS (6,66%), Altura (8,15%) e Ciclo (6,49%), excetuando-se para Rendimento, onde para esta característica foi 10,3%, muito próximo ao nível “baixo”, mas classificado como “médio”, o que é compreensível para uma característica poligênica com dados de um grande número de ambientes (Tabela 1).

A média geral de Rendimento para o experimento foi de 6.326 kg ha⁻¹, superando muito a média nacional de 3.612 kg ha⁻¹ em 2019 (CONAB, 2019), média que atingiu o pico nos últimos 15 anos em 2016 com 3.921 kg ha⁻¹ (Tabela 2). Estudando a adaptabilidade para esta mesma característica em cevada por dois anos (2017/2018) em quatro locais no estado do Paraná, Kobata (2019) obteve média de rendimento estimado de grãos de 5.279 kg ha⁻¹, mais próximo à realidade média nacional, o que ratifica a capacidade do Cerrado em produzir cevada com elevados rendimentos de grãos.

No teste de comparação de médias, os melhores Rendimentos (kg ha⁻¹) ficaram para PFC 2005141 (7.413 kg ha⁻¹), PFC 2005143 (7.166 kg ha⁻¹), PFC 2006054 (7.082 kg ha⁻¹) e PFC2005142 (6.867 kg ha⁻¹). Com diferença significativa dos anteriores, os genótipos PFC 2006053, PFC 2005145 e CEV 98046 /MERIT perfizeram média maior que a média geral. PFC2004216, PFC 2007105 e BRS180 (6.309 kg ha⁻¹) ficam num terceiro grupo, sendo que apenas a cultivar BRS 180 que não conseguiu superar a média geral do experimento em valores absolutos, mas condiz com o que foi apresentado no lançamento da cultivar, com média de 6.280 kg ha⁻¹ (SILVA et al., 2000), ratificando o potencial desta coleção de trabalho em relação aos genótipos já lançados para estes ambientes como a BRS Savanna (AMABILE et al., 2013), BRS Sampa (MINELLA et al., 2009) e a BRS Deméter (AMABILE et al., 2008b). Os outros

genótipos variaram de 6.078 kg ha⁻¹ para PFC 2007125 a 5.116 kg ha⁻¹ para PFC 2004345. A cultivar BRS 195 teve média de 5.596 kg ha⁻¹. Em um estudo conduzido no Distrito Federal por Amabile et al. (2017) com 39 genótipos elite de cevada, a média geral dos genótipos para Rendimento ficou em 5.614 kg ha⁻¹, superado em mais de 700 kg neste experimento. Um estudo conduzido em condições semelhantes foi o de Sayd et al. (2019) que analisaram genótipos elite no Cerrado sob irrigação e obtiveram média, em 3 anos de experimento, 4.249 kg ha⁻¹, superado em 2.077 kg pela média geral da coleção do corrente estudo, ficando demonstrado o potencial que esta coleção de trabalho apresenta para os ambientes estudados. Outro trabalho na Ucrânia, por exemplo, obteve maior média em 3 ambientes de aproximadamente 7.200 kg ha⁻¹ para o cultivar mais produtivo, Kzovan, e média geral de 5.940 kg ha⁻¹ (SOLONECHNYI, 2014).

Para a característica CL1, a média geral ficou em torno de 87%, Indicando que os genótipos em geral têm potencial para superar o desejado pela indústria (80%) e estipulado pela PORTARIA Nº 691 (BRASIL, 1996). Já que o objetivo é a produção de malte, a classificação comercial de grãos de primeira garante grãos semelhantes para que possam garantir uma modificação uniforme do endosperma no processo (LIZARAZO, 2003). As duas testemunhas, BRS 180 e BRS 195 tiveram 74% e 78% de média respectivamente, seguidas pelo Genótipo PFC 2007125, também com 78%, sendo os únicos representantes com média menor que 80%. Os materiais mais bem posicionados e que apresentaram melhores classificações comerciais foram, na seguinte ordem: PFC 2006053 (92%) PFC 2007098, PFC 2005142, PFC 2007105 PFC 2006054, PFC 2005141, PFC 2005138, PFC 2005143, PFC 2005145, PFC 2006134 e PFC 2004033 (88%) todos com representantes no primeiro grupo, sendo que apenas os dois primeiros se destacaram dos demais. Vários grupos foram formados da seguinte forma, PFC2004216 (87%) representante do segundo grupo, CEV 98046 /MERIT (87%) do terceiro, PFC 2004345 (86%) do quarto, PFC 2004212 (85%) do quinto, PFC 2003054 (84%) do sexto, BRS 195 (78%) e PFC 2007125 (78%) do sétimo e a cultivar testemunha BRS 180 (74%) do oitavo e último grupo, com algumas sobreposições. As cultivares do Cerrado BRS Savanna (87%) (AMABILE et al., 2013), BRS Sampa (73%) (MINELLA et al., 2009) e a BRS Deméter (89%) (AMABILE et al., 2008b) também apresentaram médias elevadas para esta característica, mas apenas a BRS Deméter superou este experimento em média geral. Amabile et al. (2007) em seu trabalho obtiveram média geral de 83,54%, maior que 80% como recomendado pela indústria brasileira, enquanto Sayd et al. (2019) 73,1% ainda assim, trabalhando com genótipos elite de cevada. Este experimento demonstrou que nesta outra característica, a coleção de trabalho também tem grande potencial genético para participar do desenvolvimento da cevada cervejeira no Cerrado.

Outra característica estudada foi o peso de mil sementes (PMS). Esta característica tem uma “forte” correlação com a classificação comercial de grãos de primeira $r_f | 0,8479 |$ e $r_g | 0,8924 |$, como pôde ser observado no Capítulo I (Tabela 2), e isso pode ser notado nos resultados que se seguem, apesar de serem em experimentos em anos diferentes. Tiveram os mesmos oito grupos, mas com alternância entre as posições dos genótipos, como o PFC 2007105 (57 g) com melhor PMS teve o quarto lugar em valor absoluto em CL1, o PFC 2006054 (56 g) que não diferiu estatisticamente do primeiro ficou em quinto lugar absoluto em CL1, e assim por diante como pode ser observado na Tabela 2.

Nota-se que as cultivares testemunhas ficaram com o pior desenvolvimento nesta característica. A isolada, em último lugar, foi a BRS 180, que por ser a única representante hexástica, tende a ter menores grãos independente da produtividade, e com isto, menores PMS. Isso pode ser também observado na Tabela 2 do Capítulo I, demonstrado por uma “fraca” correlação com Rendimento naquele experimento $r_f | 0,1930 |$ e $r_g | 0,1948 |$. A média geral desta característica foi de 50,3 g superando outros trabalhos conduzidos no Cerrado (AMABILE et al., 2007; Sayd et al., 2019) e até mesmo no lançamento de cultivares recomendadas para a região, como a BRS Savanna, que teve média de 45,7 em quatro anos e três estados diferentes (AMABILE et al., 2013).

Altura de plantas média geral foi de 79,55 cm, abaixo de quando foi lançada a cultivar testemunha BRS 180, por exemplo. O que não é verdade para cultivar BRS 195, que foi lançada como anã (69 cm), mas no Cerrado apresenta alturas maiores, como neste experimento com média de 78 cm. A apresentação desta característica será das menores alturas para as maiores, visto que objetiva-se em cevada irrigada para o Cerrado materiais de menor porte para evitar o acamamento das plantas. Os materiais mais baixos foram o PFC 2003054 (71 cm) e o PFC 2004216 (71 cm), seguido pelo PFC 2007125 (72 cm) em um segundo grupo. Nos terceiro e quarto grupo, respectivamente os PFC 2005141 e PFC 2005138. Representantes do quinto grupo de médias a cultivar BRS 195 e o genótipo PFC 2004033. Em sexto o PFC 2004345 seguido em sétimo lugar pelo PFC 2006053 e pela cultivar BRS 180. Por fim, um grande grupo representado pelos genótipos PFC 2007105 (86 cm), PFC 2006054, CEV 98046 /MERIT, PFC 2005145, PFC 2004212, PFC 2005143, PFC 2007098, PFC 2006134 e PFC 2005142 (81 cm). Apesar de haver representantes com altura considerável, mesmo as maiores médias foram abaixo das cultivares recomendadas para o Cerrado BRS Savanna (82 cm), BRS 180 (90 cm) e muito próxima à BRS Deméter (80 cm). Em relação aos genótipos abaixo da média geral (79,55 cm), só não foram mais baixos que a BRS Sampa (77 cm) e a BRS 195 (69 cm), dente as recomendadas para o Cerrado. Há que se destacar porém, como visto no Capítulo I, que os

genótipos de maiores Rendimentos tem correlação positiva com Altura, classificadas como “média”, $r_f | 0,4522 |$ e $r_g | 0,4857 |$, o que dificulta o trabalho de melhoramento visando portes menores. Como é o caso dos genótipos PFC 2005143 com o segundo maior Rendimento absoluto mas sexto material mais alto, e o PFC 2006054 com o terceiro maior Rendimento e a segunda maior altura. Porém, na contra mão deste entendimento, o genótipo PFC 2005141 merece destaque, haja vista, sua colocação no melhor desempenho de Rendimento com média de 7413 kg ha⁻¹ e quarta menor Altura (74 cm). No trabalho de Amabile et al (2007) a altura média dos materiais foi de 84,08 cm, e no de Sayd et al. (2019), 75,7cm.

Assim como para Altura, a característica Ciclo será apresentada em ordem crescente, já que a busca para atender o mercado tende a selecionar materiais mais precoces, otimizando o sistema agrícola com a inclusão de cevada no plantio de inverno no Cerrado do Brasil Central. A cultivar BRS 180 (55 dias), hexástica, foi o material mais precoce em valores absolutos sem diferenciar-se estatisticamente do PFC 2007125 (57 dias). De acordo com o estudo feito no Capítulo I, existe uma correlação negativa com todas as outras características estudadas, mas de intensidade “fraca” em sua maioria, exceto para PMS que é “forte”. Em um segundo grupo, com muitos representantes temos, variando de 61 cm a 63 cm os seguintes genótipos: PFC 2007098 (61dias) PFC 2005143, PFC 2005141, PFC 2006053, PFC 2005142, PFC 2005145, CEV 98046 /MERIT, PFC 2006054, PFC 2005138, PFC 2007105 (63 dias), com as sobreposições mas que não diferem estatisticamente entre si, observado pela letra “g” associada às médias. O terceiro grupo tem como representantes PFC 2004216 (64 dias), PFC 2004212 (64 dias) e PFC 2006134 (65 dias). E no quarto grupo os genótipos PFC 2004033 (65 dias), BRS 195 (66 dias), PFC 2003054 (67dias), com um representante testemunha, a BRS 195 que em seu lançamento apresentou-se mais precoce para esta característica, 60 dias. No último grupo o genótipo mais tardio, o PFC 2004345 (68dias), que além de ter maior Ciclo de espigamento apresentou-se com menor Rendimento médio. Os materiais deste experimento tiveram média geral maior que nos trabalhos comparativos de Amabile et al (2007) 59,46 dias e Sayd et al. (2019) 57,6 dias, mas compensaram o ciclo mais longo com maior rendimento médio de grãos.

Para inferências sobre adaptabilidade e estabilidade foi feita uma análise de regressão para cada genótipo, utilizando-se o índice ambiental como variável independente e as características avaliadas como variáveis dependentes (Eberhart & Russell, 1966). De forma auxiliar ao coeficiente dos desvios da regressão (σ_{di}^2), foi utilizado o coeficiente de determinação (R^2) de cada genótipo para definição da estabilidade fenotípica (CRUZ et al.,

2004; OLIVEIRA et al., 2006; SOLONECHNY, 2014) e, também, para quantificar a proporção da variação em Y_{ij} que é explicada pela regressão linear.

Os resultados das análises estão descritos na Tabela 2. Podemos observar que para a característica Rendimento, os genótipos CEV 98046 /MERIT, PFC 2004216, PFC 2005141, PFC 2005142, PFC 2005143, PFC 2005145, PFC 2006054, PFC 2007105 e PFC 2006053 apresentaram Rendimento médio de grãos (β_0) acima da média geral (\bar{x}), $\beta_0 > \bar{x}$. Dentre estes, os genótipos PFC 2004216, PFC 2006053, PFC 2006054 e PFC 2007105 apresentaram $\beta_0 > \bar{x}$ o coeficiente de regressão (β_1) igual a unidade, $\beta_1 = 1$. Isso classifica esses genótipos como de ampla adaptabilidade para a característica em questão (EBERHART & RUSSELL, 1966). Quanto a estabilidade, nenhum genótipo, para esta característica, conseguiu o coeficiente dos desvios da regressão (σ_d^2) igual a zero, o que o classificaria como estável. Porém, como já mencionado anteriormente, o R^2 irá auxiliar a identificar os genótipos que tenham maior previsibilidade, mesmo que não classificados como estáveis, embora, segundo Pinthus (1973), σ_d^2 e R^2 forneçam a mesma informação. O PFC 2004216, o PFC 2006054 e o PFC 2007105 apresentaram R^2 acima de 80%, o que indica que possuem comportamento linear previsível notado pelo alto índice. O PFC 2006053, que chegou a 75% em R^2 , com uma previsibilidade considerável, já que sua média geral superou a dos anteriormente citados e pôde ser considerado adaptado por este método. Finalmente, os genótipos PFC 2005141, PFC 2005142, PFC 2005143 e PFC 2005145 obtiveram excelentes médias e o R^2 acima de 80%, apesar de não serem considerados de adaptabilidade ampla, tem adaptabilidade a ambientes favoráveis. Destaque neste sentido para o PFC 2005141 que obteve a maior média absoluta entre os tratamentos (7.412 kg ha⁻¹) e foi considerado de adaptabilidade restrita a ambientes favoráveis e a 5% de probabilidade, seria considerado estável por Pinthus (1973), tendo em vista $R^2 = 94,98\%$ (Tabela 2). É importante citar que as cultivares testemunhas não atingiram a média geral nos experimentos, e que apenas a BRS 195 obteve $\beta_1 = 1$ e pode ser considerada de adaptabilidade ampla por este método, além de que nenhuma delas foi considerada estável.

Uma característica muito importante e fundamental para atender a demanda industrial, é a classificação comercial de grãos de primeira. Esta característica teve, na média geral, altos valores e quase todos os genótipos atingiram o mínimo desejado, com exceção das duas cultivares BRS 180 (74%) e BRS 195 (78%) e do genótipo PFC 2007125 (78%). Além disso, esses genótipos anteriormente citados, não apresentaram média (β_0) acima da média geral (\bar{x}), e o coeficiente de regressão (β_1) só foi igual a unidade no caso da BRS 195, o que indica adaptação ampla aos ambientes estudados. Quanto a estabilidade desses genótipos, nenhum

obteve o coeficiente dos desvios da regressão (σ_d^2) igual a zero, o que os classificaria como estáveis, e não apresentaram previsibilidade pois o R^2 em todos os casos foi menor que 69%. Para os genótipos que tiveram, para característica Rendimento, média superior à média geral, dois deles CEV 98046 /MERIT (87%), PFC 2004216 (87%) apresentaram CL maior que 80% mas menor que a média geral (87.16%). Ambos foram considerados adaptados $\beta_1 = 1$ e não estáveis $\sigma_d^2 > 0$. Os genótipos PFC 2005141, PFC 2005142, PFC 2005143, PFC 2005145, PFC 2006053, PFC2006054 e PFC2007105 não podem ser separados por grupo de médias neste quesito, e atingiram de 90% a 92% de CL1, e Rendimento de grãos acima da média geral. Desses, os PFC 2005142, PFC 2005143, PFC 2005145, PFC2006054 obtiveram $\beta_1 = 1$ e $\sigma_{di}^2 = 0$ sendo então, considerados de ampla adaptabilidade e de alta estabilidade. Os genótipos PFC 2005141, PFC 2006053 e PFC2007105 apresentaram $\beta_1 < 1$ e por isso classificados como de adaptabilidade restrita a ambientes desfavoráveis. Os dois primeiros foram considerados estáveis pela variância (σ_{di}^2), apesar de R^2 24% e 33% respectivamente. O PFC2007105 não pôde ser considerado estável (Tabela 2).

Para PMS, os genótipos CEV 98046 /MERIT e PFC2005138 foram considerados de adaptabilidade restrita a ambientes desfavoráveis, porém não estáveis. Cinco outros, PFC 2004033, PFC 2004212, PFC 2005145, PFC 2006054 e PFC 2007098 tiveram, $\beta_1 = 1$ mas $\sigma_d^2 > 0$, o que revela genótipos adaptados mas não estáveis para esta característica (R^2 variando de 50 a 77%, o que demonstra baixa previsibilidade). PFC 2005142 e PFC 2007105 tiveram destaque em PMS. Esses genótipos foram considerados de ampla adaptabilidade e de alta estabilidade ($\beta_1 = 1, \sigma_{di}^2 = 0$ e $\beta_0 > \bar{x}$), além de apresentaram alta previsibilidade, com $R^2 > 80\%$ nos dois casos. Os outros genótipos não conseguiram $\beta_0 > \bar{x}$. A cultivar BRS 180 obteve $\beta_1 = 1$, se mostrando amplamente adaptada aos ambientes estudados, mas não foi considerada estável. Ambas testemunhas obtiveram média $< \bar{x}$.

Os genótipos mais baixos $\beta_0 > \bar{x}$, que são objetivos nos programas de melhoramento de cevada irrigada no Cerrado foram: BRS 195, PFC 2003054, PFC 2004033, PFC 2004216, PFC 2004345, PFC 2005138, PFC 2005141, PFC 2006053 e PFC 2007125. No entanto apenas os genótipos PFC 2003054, PFC 2004033, PFC 2004216 e PFC 2005138 que foram de adaptabilidade ampla, desses, somente o PFC 2004216 que foi considerado estável. No lançamento da BRS 195, seu porte foi definido como anão, com apenas 69 cm, é uma cultivar que pode ser utilizada como parental para cruzamentos, por exemplo. Embora tenham Altura maior que a média geral, os genótipos PFC2005143 e PFC2006134 vieram se destacando em outras características e também devem ser mantidos entre os potenciais parentais para

cruzamentos. Com a utilização dos redutores de crescimento já mencionados nesse trabalho podem ainda, ser utilizados para o plantio nestes ambientes estudados, já que foram considerados de ampla adaptabilidade e de alta estabilidade: ($\beta_1 = 1, \sigma_{di}^2 = 0$).

O ciclo de uma cultura é uma característica muito importante para orientar o planejamento dos cultivos na fazenda. Nesta característica, para o plantio de inverno no Cerrado sob irrigação, busca-se materiais mais precoces, por isto serão destacados neste parágrafo. Mas, os materiais mais tardios que tenham boas características também são de grande valia para o programa se agregados a outras características. A cultivar BRS 180 apresentou-se como menor ciclo médio absoluto (55 dias) sem diferir estatisticamente do PFC 2007125 (57 dias), embora nenhum seja considerado genótipo adaptado e estável. No caso do PFC 2007125 o β_1 foi igual à unidade, demonstrando adaptação ampla a estes ambientes, com estabilidade ou previsibilidade baixa. Para esta característica, o CEV 98046 /MERIT e o PFC2006053 foram considerados de ampla adaptabilidade e de alta estabilidade ($\beta_1 = 1, \sigma_{di}^2 = 0$ e $\beta_0 < \bar{x}$). Os genótipos PFC 2005138, PFC 2005141, PFC 2005142, PFC 2005143, PFC 2005145, PFC 2006054 e PFC2007098 apresentaram $\beta_0 < \bar{x}$ e $\beta_1 = 1$ como desejado, sendo portanto considerados amplamente adaptados aos ambientes, mas não foram estáveis ao longo das variações impostas com $\sigma_{di}^2 > 0$.

Os genótipos que merecem destaque serão apresentados abaixo, com uma descrição mais detalhada.

PFC 2006053 obteve Rendimento médio estimado de grãos de 6.828 kg ha^{-1} ($\beta_0 > \bar{x}$), com coeficiente de regressão (β_1) igual a unidade ($\beta_1 = 1$) e coeficiente de determinação R^2 igual a 75,16%, apesar do coeficiente dos desvios da regressão ser superior a zero ($\sigma_{di}^2 > 0$). Isso classifica esse genótipo como de ampla adaptabilidade mas com estabilidade ou previsibilidade baixa para esta característica. Esse genótipo apresentou 92% de CL1, ($\beta_0 > \bar{x}$). Apesar de não ser considerado adaptado para todos os ambientes testados ($\beta_1 > 1$), é considerado um genótipo de adaptabilidade restrita a ambientes favoráveis quando analisado a 1% de probabilidade. Para a característica PMS, esse genótipo teve média menor que a média geral e não foi considerado estável, porém adaptado às condições de cultivo da região representativa dos ambientes testados. Teve Altura média menor que a média geral, mas muito próxima a esta média e foi considerado adaptado a ambientes favoráveis e com baixa previsibilidade. Outro benefício do PFC 2006053 foi o ciclo de espigamento. A média obtida foi menor que a geral ($\beta_0 < \bar{x}$), apresentou coeficiente de regressão igual a unidade ($\beta_1 = 1$)

e coeficiente dos desvios da regressão igual a zero ($\sigma_{di}^2 = 0$), sendo considerado para esta característica de ampla adaptabilidade e de alta estabilidade.

PFC 2006054 obteve Rendimento médio estimado de grãos de $7.0824 \text{ kg ha}^{-1}$ ($\beta_0 > \bar{x}$) com o coeficiente de regressão (β_1) igual a unidade ($\beta_1 = 1$) e coeficiente de determinação R^2 igual a 85,17%, apesar do coeficiente dos desvios da regressão ser superior a zero ($\sigma_{di}^2 > 0$). Isso classifica esse genótipo como de ampla adaptabilidade mas com estabilidade ou previsibilidade baixa para esta característica. Esse genótipo apresentou 91% de CL1. Foi considerado adaptado para todos os ambientes testados, é considerado um genótipo de ampla adaptabilidade e de alta estabilidade ($\beta_1 = 1, \sigma_{di}^2 = 0$ e $\beta_0 > \bar{x}$). Para a característica PMS, esse genótipo teve média maior que a média geral ($\beta_0 > \bar{x}$) e não foi considerado estável, porém adaptado às condições de cultivo da região representativa dos ambientes testados ($\beta_1 = 1$ e $\sigma_{di}^2 > 0$). Quanto à característica Altura, teve média maior que a média geral ($\beta_0 > \bar{x}$), foi considerado adaptado para todos os ambientes testados ($\beta_1 = 1$), apesar do coeficiente dos desvios da regressão ser superior a zero ($\sigma_{di}^2 > 0$), com estabilidade ou previsibilidade baixa. Teve também como benefício o ciclo de espigamento, que apresentou média menor que a geral ($\beta_0 < \bar{x}$), o coeficiente de regressão igual a unidade ($\beta_1 = 1$), porém o coeficiente dos desvios da regressão ser superior a zero ($\sigma_{di}^2 > 0$), com estabilidade ou previsibilidade baixa.

PFC 2007105 obteve Rendimento médio estimado de grãos de 6.444 kg ha^{-1} ($\beta_0 > \bar{x}$) com o coeficiente de regressão (β_1) igual a unidade ($\beta_1 = 1$) e coeficiente de determinação R^2 igual a 81,68%, apesar do coeficiente dos desvios da regressão ser superior a zero ($\sigma_{di}^2 > 0$), ou seja, de ampla adaptabilidade mas com estabilidade ou previsibilidade baixa para esta característica. Esse genótipo apresentou 92% de CL1, ($\beta_0 > \bar{x}$), mas não foi considerado estável, teve baixa previsibilidade, e adaptado a ambientes desfavoráveis ($\beta_1 < 1$). Para a característica PMS, foi considerado de ampla adaptabilidade e de alta estabilidade: ($\beta_1 = 1, \sigma_{di}^2 = 0$ e $\beta_0 > \bar{x}$). Sua Altura teve média maior que a média geral ($\beta_0 > \bar{x}$), foi considerado adaptado para todos os ambientes testados ($\beta_1 = 1$), apesar do coeficiente dos desvios da regressão ser superior a zero ($\sigma_{di}^2 > 0$), com estabilidade ou previsibilidade baixa, isso não é desejado nesse programa mas, com todo o potencial de outras características é um ótimo parental para cruzamentos. Em relação ao Ciclo, apresentou-se com média maior que a geral, no entanto o coeficiente de regressão igual a unidade e o coeficiente dos desvios da regressão foi igual a zero, apresentando-se como genótipo de ampla adaptabilidade e de alta estabilidade ($\beta_1 = 1, \sigma_{di}^2 = 0$ e $\beta_0 > \bar{x}$).

4 CONCLUSÕES

Existem genótipos promissores que podem ser explorados em blocos de cruzamentos dentro do programa de melhoramento genético de cevada irrigada no Cerrado.

Os genótipo PFC 2006053 e PFC 2006054 têm, para a maioria das características, ampla adaptabilidade e alta estabilidade e superaram tanto as testemunhas quanto a média geral dos demais genótipos.

5 TABELAS

Tabela 1. Análise de variância conjunta de 19 genótipos de cevada em dois locais (CPAC e SIN) em 4 anos (2012 a 2015) totalizando 8 ambientes para as características rendimento estimado de grãos (Rendimento), Classificação comercial de grãos de primeira (CL1[#]), peso de mil sementes (PMS), altura de plantas (Altura) e ciclo de espigamento (Ciclo).

FV	G.L.	Rendimento		CL1 [#]		PMS		Altura		Ciclo	
		QM	F	QM	F	QM	F	QM	F	QM	F
BLOCOS/AMB	24	2.868.347,86		0,0073		9,26		234,16		15,94	
BLOCOS	3	3.644.319,47		0,0063		12,15		255,52		26,57	
BL x AMB	21	2.757.494,78		0,0074		8,85		231,11		14,42	
TRATAMENTOS	18	12.250.526,65	3,13**	0,1753	3,19**	434,59	3,36**	739,40	2,08**	332,69	2,01*
AMBIENTES	7	183.793.935,75	64,08**	0,2894	39,80**	1.563,42	168,78**	4.015,86	17,15**	1.315,24	82,53**
TRATxAMB	126	3.908.010,37	9,21**	0,0550	7,89**	129,43	11,53**	354,81	8,43**	165,48	10,05**
RESÍDUO	432	424.278,24		0,0070		11,22		42,08		16,47	
TOTAL	607										
CV(%)		10,30		6,90		6,66		8,15		6,49	

(FV) fontes de variação; (BL)Blocos; (GEN) genótipos; (AMB) ambientes; (GL) graus de liberdade; (QM) quadrado médio; (CV) coeficiente de variação. * significativo em nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste F da Anova e ** significativo em nível de 1% de probabilidade. # Os dados coletados em sistema percentual, e submetidos à transformação [CL1=ARCOSEN(RAIZ(Class1/100))].

Tabela 2. Média de 19 genótipos de cevada do grupo Classe A e estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade pelos métodos de Eberhart e Russel (1966) em 8 ambientes para rendimento estimado de grãos (Rendimento), Classificação comercial de grãos de primeira (CL1), peso de mil sementes (PMS), altura de plantas (Altura) e ciclo de espigamento (Ciclo).

Genótipo (G)	Rendimento					CL1				
	Média(β_0) (kg ha ⁻¹)	Tuckey (5%)	β_1	σ^2_d (10 ^{^5})	R ² (%)	Média(β_0) (%)	Tuckey (5%)	β_1	σ^2_d	R ² (%)
BRS180	6.309,44	cde	1,33**	28,19**	62,8	74	h	2,57**	0,1017**	22,11
BRS195	5.596,48	fgh	0,96ns	7,22**	75,8	78	gh	0,76ns	0,0059**	25,24
CEV 98046/MERIT	6.714,15	bc	0,81*	7,95**	67,45	87	cdef	1,41ns	0,0003ns	81,06
PFC 2003054	6.071,44	def	0,95ns	15,20**	60,97	84	fg	1,66**	-0,0001ns	88,34
PFC 2004033	6.052,54	def	0,83**	3,55**	81	88	abcdef	0,83ns	0,0026*	41,23
PFC 2004212	5.812,99	efg	0,51**	3,59**	61,58	85	ef	0,53ns	0,003*	20,75
PFC 2004216	6.453,40	cd	1,10ns	6,49**	81,8	87	bcdef	0,65ns	0,0067**	18,3
PFC 2004345	5.116,15	h	1,10ns	11,65**	71,12	86	def	0,56ns	0,0064**	14,49
PFC 2005138	5.984,69	defg	1,10ns	6,37**	81,24	91	abc	0,89ns	0,0045**	36,1
PFC 2005141	7.412,72	a	1,35**	1,67*	94,98	91	abc	0,44*	0,0001ns	32,59
PFC 2005142	6.867,27	abc	1,16*	5,10**	86,1	92	ab	0,68ns	0,0006ns	46,55
PFC 2005143	7.165,55	ab	1,33**	3,82**	91,13	90	abcd	0,96ns	0,001ns	59,6
PFC 2005145	6.814,72	bc	1,36**	5,59**	88,65	90	abcde	0,54ns	0,0001ns	40,95
PFC 2006053	6.828,26	bc	0,88ns	6,13**	75,16	92	a	0,42*	0,0007ns	24,12
PFC 2006054	7.082,34	ab	0,87ns	2,63**	85,17	91	abc	0,89ns	0,0005ns	61,29
PFC 2006134	5.477,40	gh	0,52**	4,81**	56,25	88	abcdef	0,26**	0,0005ns	11,74
PFC 2007098	5.912,95	defg	0,90ns	7,59**	72,16	92	a	0,27**	0,0001ns	14,23
PFC 2007105	6.444,93	cd	0,88ns	3,78**	81,68	92	ab	0,29**	0,0044**	5,71
PFC 2007125	6.077,55	def	1,16*	21,81**	62,22	78	gh	4,39**	0,0376**	68,58
Média Geral	6.326,05					87,16				

Tabela 2. Continuação...

Genótipo (G)	Altura					Ciclo				
	Média(β_0) (cm)	Tuckey (5%)	β_1	σ^2_d	R ² (%)	Média(β_0) (dias)	Tuckey (5%)	β_1	σ^2_d	R ² (%)
BRS180	80,21	bcde	2,37**	489,79**	40,84	54,88	h	2,26**	284,29**	26,36
BRS195	77,75	defg	0,13**	65,94**	1,26	66,36	abc	0,53*	12,94**	24,77
CEV 98046 /MERIT	84,3	ab	0,98ns	39,13**	54,63	62,15	defg	1,16ns	2,53ns	80,28
PFC 2003054	71,11	h	0,96ns	52,68**	47,13	66,79	ab	0,63*	2,77ns	53,73
PFC 2004033	78,01	def	1,1ns	44,38**	57,71	64,91	abcd	0,85ns	-2,06ns	87,62
PFC 2004212	84,09	ab	1,16ns	48,28**	58,53	64,47	bcde	1,16ns	5,57*	73,81
PFC 2004216	71,19	h	0,91ns	7,54ns	73,73	64,22	bcdef	0,71ns	0,39ns	69,26
PFC 2004345	78,25	cdef	0,59*	9,4ns	51,98	68,23	a	0,22**	10,28**	6,33
PFC 2005138	76,7	efgh	1,15ns	16,16*	75,27	62,4	defg	0,74ns	7,02*	49,94
PFC 2005141	73,82	fgh	0,66*	38,15**	35,6	60,92	efg	1,03ns	9,46**	61,07
PFC 2005142	81,22	abcde	0,96ns	58,5**	45,15	61,59	defg	1,26ns	15,38**	61,99
PFC 2005143	83,77	abc	0,89ns	-7,46ns	94,11	60,72	fg	0,9ns	6,93*	59,9
PFC 2005145	84,29	ab	0,82ns	23,7**	54,57	61,74	defg	1,27ns	10,51**	68,93
PFC 2006053	79,53	bcde	0,57*	73,34**	19,06	60,92	efg	1,25ns	3,65ns	80,25
PFC 2006054	84,49	ab	0,99ns	36,48**	56,2	62,27	defg	0,79ns	8,03**	50,89
PFC 2006134	81,35	abcde	0,73ns	8,79ns	63	64,57	bcd	0,79ns	14,57**	40,16
PFC 2007098	82,73	abcd	0,68ns	27,98**	42,24	60,58	g	1,07ns	5,11*	71,41
PFC 2007105	86,48	a	1,09ns	29,41**	64,62	62,83	cdefg	1,28ns	2,19ns	83,97
PFC 2007125	72,2	gh	2,28**	289,71**	51,65	56,81	h	1,1ns	326,75**	7,01
Média Geral	79,55					62,49				

Tabela 2. Continuação...

Genótipo (G)	PMS				
	Média(β_0) (g)	Tuckey (5%)	β_1	σ^2_d	R ² (%)
BRS180	40,41	h	1,21ns	170,16**	16,86
BRS195	46,5	g	0,67*	8,59**	48,31
CEV 98046 /MERIT	51,21	cde	0,61**	20,34**	28,04
PFC 2003054	49,14	defg	0,65*	23,29**	27,91
PFC 2004033	51,74	cd	0,80ns	10,19**	54,01
PFC 2004212	51,99	bcd	1,01ns	4,50*	76,92
PFC 2004216	47,41	fg	1,03ns	14,33**	59,61
PFC 2004345	48,16	fg	1,11ns	13,57**	64,43
PFC 2005138	54,89	ab	0,66*	5,09*	57,1
PFC 2005141	48,58	efg	1,13ns	13,03**	65,93
PFC 2005142	51,88	cd	1,03ns	2,52ns	82,65
PFC 2005143	50,1	cdef	1,30*	6,97**	80,53
PFC 2005145	50,29	cdef	1,18ns	8,83**	74,29
PFC 2006053	49,91	cdef	1,12ns	49,59**	36,66
PFC 2006054	56,16	a	1,07ns	23,99**	50,41
PFC 2006134	47,92	fg	0,90ns	9,01**	62,39
PFC 2007098	52,73	bc	0,96ns	4,38*	75,49
PFC 2007105	56,57	a	1,03ns	-0,49ns	91,72
PFC 2007125	49,82	cdef	1,53**	213,05**	20,69
Média Geral	50,28				

(β_1) Coeficiente de regressão; (σ^2_d) coeficiente dos desvios da regressão; (R²) coeficiente de determinação; (\bar{x}) média geral e (β_0) média. (*) significativo em nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste F, (**) significativo em nível de 1% de probabilidade e (ns) não significativo. Médias de cada linha seguidas de

mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tuckey a 5% de probabilidade. # Os dados coletados em sistema percentual, e submetidos à transformação $[CL1=ARCOSEN(RAIZ(Class1/100))]$, exceto Média (B0).

REFERÊNCIAS

- AMABILE, R. Cevada. um exemplo de cultura alternativa para o sistema irrigado do Cerrado. **Pesquisa, desenvolvimento e inovação para o Cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2007. 69-72 p.
- 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, 2013. 160-163 p.
- AMABILE, R. F.; FALEIRO, F. G.; CAPETTINI, F.; PEIXOTO, J. R.; SAYD, R. M. Genetic variability in elite barley genotypes based on the agro-morphological characteristics evaluated under irrigated system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.41, n. 2, 2017. 147-158 p.
- AMABILE, R. F.; FALEIRO, F. G.; CAPETTINI, F.; SAYD, R. M.; PEIXOTO, J. R.; GUERCIA, R.F. Characterization and genetic variability of barley accessions (*Hordeum vulgare* L.) irrigated in the savannas based on malting quality traits. **Journal of the Institute of Brewing**, v.120, n. 4, 2014. 404-414 p.
- AMABILE, R. F.; MINELLA, E.; GUERRA, A. F.; SILVA, D. B. D.; 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, 2008b. 1247-1249 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria n. 691, de 22 de nov de 1996. Brasília, 1996. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 26 nov. 1996. Seção 1. 24751-24752 p.
- BRASIL; Ministério Da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: MAPA, 2009. 395 p.
- BRS 195: primeira cultivar de cevada cervejeira de porte anão para o Cerrado em cultivo irrigado. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados; Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006. 1 folder.
- CAIERÃO, E.; ACOSTA, A. da S. Uso industrial de grãos de cevada de lavouras dessecadas em pré-colheita. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n.9, 2007. 1277-1282 p.
- CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Universidade Federal de Viçosa, 2 ed., 2006. 585p.
- CRUZ, C.; REGAZZI, A. CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3 ed. Viçosa: UFV, 2004. v. 1, 480 p.
- CRUZ, C. D. Genes: a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.35, n. 3, , 2013. 271-276 p.

EBERHART, S. T.; RUSSELL, W. Stability parameters for comparing varieties 1. **Crop science**, v. 6, n. 1, 1966. 36-40 p.

EMBRAPA CERRADOS. **Monitoramento da irrigação no Cerrado**. Disponível em: < <http://hidro.cpac.embrapa.br/index.php>>. Acesso em: 15/10/2019.

KOBATA, S. G. K. **Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de cevada e relações de causa e efeito com o rendimento de grãos**. 2019. Dissertação de Mestrado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Paraná. 81 p.

LIZARAZO, D. X. C. **Parâmetros físico-químicos, germinativos e microestruturais de qualidade em cultivares brasileiros de cevada cervejeira**. 2003. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 71 p.

LOPES, Angela C. de A. et al. Variabilidade e correlacoes entre caracteres em cruzamentos de soja. **Scientia Agrícola**, v. 59, n. 2, 2002. 341-348 p.

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 BRS Sampa. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE CEVADA, 27. Passo Fundo. **Anais...Passo Fundo: Embrapa Trigo**, 2009.

OLIVEIRA, G. V.; CARNEIRO, P. C. S.; DE SOUZA CARNEIRO, J. E.; CRUZ, C. D. Adaptabilidade e estabilidade de linhagens de feijão comum em Minas Gerais. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 41, n. 2, p. 257-265, 2006.

PIMENTEL, G. F. **Curso de estadística experimental**. 11ed. São Paulo, Nobel, 1990. 468 p.

PINTHUS, M. J. Estimate of genotypic value: A proposed method. **Euphytica**, v. 22, n. 1, 1973. 121-123 p.

SAYD, R. M.; AMABILE, R. F.; FALEIRO, F. G.; COELHO, M. C. MONTALVÃO A. P. L. Genetic parameters and agronomic characterization of elite barley accessions under irrigation in the Cerrado. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.41, 2019. 12 p.

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, 2018. 8p.

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

SILVA, Simone A. et al. Análise de trilha para os componentes de rendimento de grãos em trigo. **Bragantia**, v. 64, n.2, 2005. 191-196 p.

SOLONECHNYI, P. Adaptability and stability of spring barley cultivars in terms of performance. **News Of The Poltava State Agrarian Academy**, v.4, n. 75, 2014. 48-53 p.

ANEXO

Tabela 1. Resumo das análises de variâncias individuais de 19 genótipos de cevada em dois locais (CPAC e SIN) em 4 anos (2012 a 2015) para as características rendimento estimado de grãos (Rendimento), Classificação comercial de grãos de primeira (CL1[#]), peso de mil sementes (PMS), altura de plantas (Altura) e ciclo de espigamento (Ciclo).

Ano	Local	Rendimento			CL1 [#]			PMS			Altura			Ciclo		
		QMg	Kg ha ⁻¹	CV (%)	QMg	%	CV (%)	QMg	g	CV (%)	QMg	cm	CV (%)	QMg	dias	CV (%)
2012	SIN	6.212.474,7**	7.612,84	0,41	0,01**	92,69	3,96	87,86**	51,18	3,86	565,36**	82,88	1,98	28,06**	71,47	1,54
	CPAC	5.978.369,28**	4.207,86	23,70	0,2**	77,83	14,83	301,97**	48,15	14,72	798,74**	68,62	15,72	597**	63,06	14,52
2013	SIN	3.291.818**	6.927,25	3,05	0,03**	90,31	4,15	64,78**	61,08	2,82	110,61**	84,18	3,42	182,92**	57,41	1,45
	CPAC	1.932.713,51**	5.658,14	2,92	0,03**	89,96	2,98	119,19**	51,50	3,22	113,54**	74,95	1,28	39,07**	62,81	1,42
2014	SIN	5.901.011,15**	7.824,61	10,11	0,02**	87,89	2,38	90,18**	48,69	1,00	235,24ns	88,84	4,27	34,27**	62,97	2,30
	CPAC	3.681.016,27**	5.094,28	21,48	0,02**	87,76	2,17	185,69**	48,23	1,65	454,97**	72,96	3,98	57,87**	59,37	2,52
2015	SIN	6.454.706,39**	8.413,16	1,22	0,02**	88,26	2,41	95,92**	47,03	2,58	112,6**	85,01	10,07	29,67**	63,12	1,83
	CPAC	2.630.181,44**	5.105,53	1,53	0,04**	87,05	2,27	58,23**	48,16	2,03	137,15**	81,70	8,53	18,54**	61,96	1,22

(QMg) Quadrado médio dos genótipos (CV) Coeficiente de variação; (Kg ha⁻¹) Quilogramas por hectare; (%) Porcentagem; (g) Gramas; (cm) Centímetros. (*) significativo em nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste F, (**) significativo em nível de 1% de probabilidade e (ns) não significativo. # Os dados coletados em sistema percentual, e submetidos à transformação [CL1=ARCOSEN(RAIZ(Class1/100))].