



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**  
**CURSO DE AGRONOMIA**

**CARACTERIZAÇÃO DE GENÓTIPOS DE GIRASSOL PARA A PRODUÇÃO DE  
GRÃOS EM SAFRINHA NO CERRADO DO DISTRITO FEDERAL**

**ISABELA MARQUES VITOR**

BRASÍLIA-DF  
MAIO/2022  
ISABELA MARQUES VITOR

**CARACTERIZAÇÃO DE GENÓTIPOS DE GIRASSOL PARA A  
PRODUÇÃO DE GRÃOS EM SAFRINHA NO CERRADO DO DISTRITO FEDERAL**

Monografia apresentada à Faculdade de  
Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de  
Brasília, como parte das exigências do curso de  
Graduação em Agronomia, para a obtenção do título de  
Engenheira Agrônoma

Orientadora: PROF. MICHELLE SOUZA VILELA

Coorientador: DR. RENATO AMABILE

Coorientador: FELIPE AUGUSTO BRIGE

ISABELA MARQUES VITOR

BRASÍLIA-DF

MAIO/2022

## **REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA**

**VITOR, I. M. Caracterização de genótipos de girassol para a produção de grãos em safrinha no Cerrado do DF, 2022. 26 p. Monografia (Graduação em Agronomia) – Universidade de Brasília – UnB, Brasília, 2022.**

## **CESSÃO DE DIREITOS**

Nome do Autor: Isabela Marques Vitor

Título: Caracterização de genótipos de girassol para a produção de grãos em safrinha no Cerrado do Distrito Federal

Ano: 2022

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desse relatório e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva-se a outros direitos de publicação, e nenhuma parte desse relatório pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

**ISABELA MARQUES VITOR**

**CARACTERIZAÇÃO DE GENÓTIPOS DE GIRASSOL PARA A PRODUÇÃO DE  
GRÃOS EM SAFRINHA NO CERRADO DO DISTRITO FEDERAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, como parte das exigências do curso de Graduação em Agronomia, para obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Aprovado em 10 de Dezembro de 2022.

**COMISSÃO EXAMINADORA**

*Michelle S. Vilela*

---

Professora Dra. Michelle Souza Vilela  
Universidade de Brasília  
Orientadora

*Renato Amabile*

---

Pesquisador Dr. Renato Fernando Amabile  
Embrapa Cerrados  
Examinador externo

*Felipe Augusto Alves Brige*

---

Eng. Agro. Mestre Felipe Augusto Alves Brige  
Centro Universitário ICESP  
Examinador externo

**Dedico este trabalho a Nossa Senhora, e, aos meus pais, por todo amor, carinho, apoio e incentivos que recebi durante esses anos de graduação.**

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus, pelas bênçãos colocadas em meu caminho.

Aos meus pais, Levenir e Osmarina, por todo amor, paciência e incentivos durante os meus anos de graduação, e na vida.

Ao meu irmão João Pedro, por ser meu companheiro e cúmplice em tudo.

À minha orientadora Michelle Vilela por ter se disponibilizado e me apoiado durante o período deste trabalho.

Ao meu orientador Dr. Renato Amabile por ter me recebido na Embrapa Cerrados durante o período de estágio obrigatório, me permitindo adquirir conhecimentos essenciais para a minha formação profissional e pessoal.

Ao Felipe Brige por me auxiliar e participar da minha banca examinadora.

À Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília pela oportunidade concedida para a realização do curso de Agronomia.

Aos meus amigos que sempre me incentivaram e estiveram comigo durante todos esses anos, e que estarão comigo nos próximos, em especial Sinthia de Abreu, Ana Clara Seixas, Camila Rocha, Gabriela Greice, Alyne Ayla, Karen Cristina, Wesley Taveira, Victor Leite, Lorena Trindade, Anna Clara Souza, Maria Eduarda Costa, Priscila Doro, Natália Cares, Samara Muniz e todos os outros que fazem parte da minha vida.

A todos que de alguma forma contribuíram para essa tão sonhada e especial conquista!

## RESUMO

O girassol (*Helianthus annuus L.*) é uma oleaginosa que possui grande valor agronômico. É uma cultura que apresenta resistência às condições edafoclimáticas e é apta para uso em sistemas de rotação ou sucessão de cultivos em regiões produtoras de grãos, com isso, apresenta-se como uma opção viável para o cultivo em segunda safra. Objetivou-se neste trabalho a avaliação dos parâmetros genéticos e agronômicos de doze genótipos de girassol a fim de selecionar os mais adaptados ao Cerrado. Os experimentos foram conduzidos em três ambientes no Cerrado do Distrito Federal, sendo o primeiro na área experimental da Embrapa Cerrados (CPAC), Planaltina - DF, estabelecida a 15°35'57" de latitude Sul, 47°42'38" de longitude Oeste e a altitude de 1.007 m, outro ensaio no Centro de Inovação em Genética Vegetal (CIGV) da Embrapa Cerrados, localizada no Riacho Fundo II-DF, a 15°54'43" de latitude Sul, 48°02'14" de longitude Oeste, em uma altitude de 1.254 m, e o último, na Fazenda Água Limpa (FAL/UnB) situada na Vargem Bonita-DF, em 15°56'00" de latitude Sul e 47°55'00" de longitude Oeste, em uma altitude de 1.100 m. Avaliaram-se sete características: rendimento de grãos (em kg ha<sup>-1</sup>), dias para a floração inicial (DFI), diâmetro do capítulo (cm), peso de mil aquênios (g), altura de plantas (cm) e número de plantas acamadas. Os dados foram submetidos a análises de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de significância além das estimativas das variâncias genotípica, fenotípica e ambiental. Foram observados altos valores de herdabilidade e acurácia, demonstrando condições favoráveis à seleção dos materiais em relação às características de REND, DFI, DC e PMA. As características de diâmetro do capítulo e número de plantas quebradas indicaram herdabilidade abaixo de 50%.

Palavras-chave: *Helianthus annuus*, produtividade, parâmetros genéticos, análise de componentes principais

## ABSTRACT

Sunflower (*Helianthus annuus L.*) is an oilseed that has great agronomic value. It is a crop that shows resistance to weather conditions and is suitable for use in rotation systems or succession crops in grain producing regions, thus presenting itself as a viable option for second crop cultivation. The objective of this work was to evaluate the genetic and agronomic parameters of twelve sunflower genotypes in order to select those best adapted to the Cerrado. The experiments were conducted in three environments in the Cerrado of the Distrito Federal, the first in the experimental area of Embrapa Cerrados (CPAC), Planaltina-DF, established at 15°35'57" South latitude, 47°42'38" West longitude and an altitude of 1.007 m, another trial at the Center for Innovation in Plant Genetics (CIGV) of Embrapa Cerrados, located in Riacho Fundo II-DF, at 15°54'43" South latitude, 48°02'14" West longitude, at an altitude of 1.254 m, and the last one, at Fazenda Água Limpa (FAL/UnB) located in Vargem Bonita - DF, at 15°56'00" South latitude and 47°55'00" West longitude, at an altitude of 1,100 m. Seven characteristics were evaluated: grain yield (in kg ha<sup>-1</sup>), days to initial flowering (DFI), chapter diameter (cm), weight of one thousand achenes (g), plant height (cm) and number of lodged plants. The data were submitted to analysis of variance and the means were compared using the Tukey test at 5% significance level in addition to estimates of genotypic, phenotypic and environmental variances. High values of heritability and accuracy were observed, demonstrating favorable conditions for the selection of materials in relation to the characteristics of REND, DFI, DC and PMA. The traits of chapter diameter and number of broken plants indicated heritability below 50%.

Keywords: *Helianthus annuus*, productivity, genetic parameters, principal component analysis

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	1
<b>2. OBJETIVO</b>	2
2.1. Específicos	2
<b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	3
3.1. O girassol	3
3.2. O bioma Cerrado	4
3.3. Potencial do Girassol no Cerrado	5
3.4. Parâmetros genéticos	5
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b>	6
4.1. Local de desenvolvimento experimental	6
4.2. Delineamento experimental	7
4.3. Transformação de dados	7
4.4. Caracterização morfoagronômica	7
4.4.1. Obtenção dos dados	8
4.5. Avaliação de parâmetros genéticos, fenotípicos e ambientais	8
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	9
5.1. Caracterização morfoagronômica	9
5.2. Avaliação de parâmetros genéticos, fenotípicos e ambientais	14
<b>6. CONCLUSÕES</b>	18
<b>7. REFERÊNCIAS</b>	19

## 1. INTRODUÇÃO

Em quinto lugar na produção mundial de matéria-prima se destaca o girassol. Com crescente demanda no setor industrial e comercial, perspectivas sobre o aumento da área cultivada são favorecidas, principalmente na região Centro-Oeste (Castro; Farias, 2005; Porto et al., 2008). O girassol tem grande valor econômico, podendo ser utilizado o grão, o farelo, o óleo e produzir também matéria-prima para energia renovável.

É uma importante cultura anual que recebe destaque pela produção de óleo de alta qualidade. Possui grande potencial para cultivo em diversas regiões do país por demonstrar resistência às condições de seca, alta e baixas temperaturas quando comparada com outras espécies (Castro et al., 2005), podendo ser cultivado, ainda, em consórcio com outras culturas de importância econômica, essa adaptabilidade favorece o girassol como opção rentável para o cultivo em safrinha na região Centro-Oeste do Brasil (Santos; Grangeiro, 2013).

No sistema produtivo brasileiro, o sucesso do estabelecimento da cultura do girassol depende da utilização de genótipos adaptados às regiões de cultivo para diminuir o risco de perdas na produção e aumentar a rentabilidade do produtor. Faleiro et al. (2008) afirma que a pesquisa tem papel fundamental na busca do equilíbrio entre agronegócio, sociedade e uso racional dos recursos naturais. Com isso, a busca por genótipos adaptados deve ser constante para possibilitar a introdução desses materiais.

A agricultura tem como objetivo principal a produção de alimentos a fim de suprir a necessidade do homem em relação à quantidade e qualidade dos mesmos. Assim, objetivou-se com o presente trabalho avaliar os parâmetros genéticos e agrônômicos de doze genótipos de girassol, adaptados à segunda safra, em três ambientes no cerrado do Distrito Federal, a fim de identificar materiais genéticos mais adaptados e com potencial de cultivo.

## **2. OBJETIVO**

Gerar informações morfoagronômicas e de qualidade de grãos de genótipos de girassol (*Helianthus annuus L.*) em ambientes de Cerrado do Distrito Federal, visando explorar mais eficientemente a variabilidade genética existente e permitir o desenvolvimento de variedades mais produtivas e adaptadas às condições edafoclimáticas do Cerrado.

### **2.1 Objetivos específicos**

- Caracterizar os genótipos de girassol com base nas características morfoagronômicas em três ambientes do Cerrado;
- Avaliar parâmetros genéticos, ambientais e fenotípicos de genótipos de girassol em ambientes do Cerrado;

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1. O girassol

O girassol (*Helianthus annuus L.*) pertencente à família Asteraceae, é uma dicotiledônea anual, cujo gênero possui em torno de 49 espécies, sendo 12 espécies anuais e 37 perenes (Ungaro, 1990). O nome do gênero do girassol vem do grego helios, que significa sol, e de anthos, que significa flor. (Castiglioni; Oliveira, 2005).

A cultura é originária da América do Norte e de acordo com Câmara (2014) era levado para o continente europeu como planta ornamental entre o século XVI e XVIII. A importância do óleo de girassol surgiu após a 1ª Guerra Mundial, ganhando destaque na economia mundial (Câmara, 2014). No Brasil os primeiros cultivos se iniciaram no século XIX, na região Sul, sendo consumido por europeus que fabricavam uma espécie de chá (Pelegrini, 1985).

Dentre as espécies, o girassol recebe destaque pelo seu uso para produção de óleo de alta qualidade nutricional. Responde por cerca de 13% de todo óleo vegetal em escala de produção mundial, e vem apresentando índices crescentes de produção e área plantada (Smiderle et al., 2005). Essa oleaginosa apresenta importantes características agrônômicas, como maior resistência à seca, ao frio e ao calor. (Leite et al., 2005), e também tem alta adaptabilidade a diferentes latitudes, longitudes e fotoperíodos. É uma planta que comparada com outras utilizadas no sistema de sucessão, tem menor incidência de doenças e pragas.

A planta possui um caule grosso, robusto e esverdeado. A altura das plantas pode variar de 40 cm a 3 m, e apresenta inflorescência na região apical. As folhas são ovais, pecioladas, com nervuras visíveis e ásperas (Vranceanu, 1977; Castro et al., 1997). Sua inflorescência é denominada de capítulo e suas flores são classificadas em tubulosas e liguladas. Liguladas são flores incompletas que possuem um ovário, cálice rudimentar e corola transformada e tubulosas são flores férteis, compostas de cálice, corola, androceu e gineceu (ROSSI, 1998).

O sistema radicular do *H. annuus L.* possui grande capacidade de se aprofundar, facilitando a absorção de água e nutrientes. É um sistema formado por uma raiz pivotante principal e raízes secundárias laterais. A principal pode atingir profundidades que variam de 1,5 a 2,7 m, e as laterais atingem comprimento entre 0,6 a 1,5 m. (KNOWLES, 1978; FONSECA; VÁZQUEZ, 1994).

É uma planta alógama, sendo assim, sua reprodução ocorre por cruzamento entre os indivíduos. Ainda que apresente flor completa, o girassol não realiza autofecundação, pois suas flores manifestam o fenômeno da protandria e autoincompatibilidade dos órgãos sexuais.

Essa dicogamia é caracterizada pelo fato que as anteras amadurecem antes do estigma, isto é, o pólen fica maduro antes que o estigma fique receptivo. Com isso, a polinização cruzada e a presença de polinizadores são vitais para a produção de grãos (Free, 1993; Vranceanu, 1977).

### **3.2. O bioma Cerrado**

O Cerrado ocupa a posição de segunda maior formação vegetal brasileira, onde possui uma área de 2.036.448 km<sup>2</sup>, correspondente a 23,92% do território nacional. Distribui-se de forma descontínua e heterogênea, abrangendo os Estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Maranhão, Minas Gerais, Tocantins, Rondônia, Piauí, Bahia, Goiás, São Paulo e Distrito Federal (Eiten, 1993; Embrapa, 2011). Bourlag (2022) afirma que esse bioma é considerado a última fronteira agrícola do planeta.

A diversidade de ambientes, devido a variação do ecossistema ao longo do espaço, faz com que o Cerrado seja considerado a savana tropical mais rica do mundo em biodiversidade. (Machado et al., 2004). Sua posição geográfica e diversidade biológica favorece a constituição de um ponto de equilíbrio, por conectar os demais biomas regionais e continentais através de corredores hidrográficos.

Em relação ao clima, se tem o período de chuva frequente, ocorrendo de outubro a abril, e o período da seca que se inicia em maio e termina em setembro, quando a umidade relativa do ar pode chegar a 15% (Adámoli et al., 1987; Sette, 2004). De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é tropical chuvoso (Aw) (Ribeiro; Walter, 1998). A precipitação média anual fica entre 1200 e 1800 mm e as temperaturas são geralmente amenas ao longo do ano, entre 22 °C e 27 °C (ADÁMOLI et al., 1987).

Entre as classes de solo existentes no Cerrado, predominam os Latossolos, ocupando em torno de 48,66% do bioma. Ocorrem também os Neossolos Quartzarênicos que ocupam em torno de 15% do bioma, os Cambissolos, os Neossolos Flúvicos, os Argissolos entre outros solos em menores proporções (Macedo, 1996; Resende et. al., 2002).

Há anos vem ocorrendo mudanças na aptidão agrícola dos solos do Cerrado para eliminar restrições ao cultivo como a elevada acidez e baixa fertilidade natural, oportunizando a melhoria do potencial produtivo na agricultura (Souza, 2009). Dessa forma, a ocupação do cerrado pode incrementar a produção anual de grãos, porém, depende de diversas condições, como questões políticas e econômicas nacionais, bem como tecnologias que possam contribuir para ganhos dos sistemas de produção (Amabile; Barcellos, 2009).

### **3.3. Potencial do girassol no Cerrado**

O girassol, por ser uma espécie que apresenta boa adaptabilidade, tolerância à seca e alto rendimento de grãos, possibilita que a cultura participe do sistema de produção do Cerrado, expondo elevados rendimentos (Embrapa, 2002). O cultivo de girassol detém grande potencial de expansão para o Centro-Oeste como cultura de safrinha em sistemas de sucessão com soja ou milho (Amabile et al., 2002).

No Brasil, o melhoramento genético busca materiais precoces (Oliveira et al., 2005) de porte baixo, com alta produtividade e resistentes a condições abióticas e bióticas, visando o uso da cultura durante a entressafra. Aliadas à seleção de genótipos mais adaptados, várias práticas contribuem também para o aumento do rendimento da cultura como a adequação dos genótipos à época de semeadura (Amabile et al., 2007). A cultura é tolerante ao estresse hídrico, fato que contribui para a expansão da mesma.

O melhoramento genético do girassol no Cerrado tem como um de seus objetivos buscar genótipos mais adaptados e mais tolerantes às possíveis condições de acidez dos solos do Cerrado (Lopes; Cox, 1977). Uma vez que para uma boa rentabilidade de uma lavoura é fundamental escolher um genótipo adequado às condições locais, faz-se necessário o investimento em programas de melhoramento para obtenção de cultivares de girassol adaptadas às condições edafoclimáticas do Cerrado (Lira, 2016).

### **3.4. Parâmetros genéticos**

Um dos principais componentes do sistema de produção da cultura do girassol é a escolha adequada de cultivares. A estimação de parâmetros genéticos e a quantificação da variabilidade genética são essenciais para o planejamento e para a realização de um programa de melhoramento genético. O entendimento acerca das variações e, também, das conformidades entre os indivíduos ou populações é de extrema relevância, por contribuir para o uso mais eficiente dos recursos genéticos que possui um programa de melhoramento (Rigon et al., 2013).

É importante que se conheça onde há maior controle de caracteres genotípicos e dos fatores ambientais que influenciam sua expressão (Santos et al., 2011). Em uma mesma cultura os genótipos podem se expressar de maneira diversa, seja na produtividade de grãos, no ciclo vegetativo, e outras características (Heckler, 2002). A avaliação contínua de genótipos é de grande importância a fim de estabelecer a adaptação às diferentes condições locais e o comportamento agrônomico (Porto et al., 2007, 2008, 2009).

Entre os parâmetros genéticos, a herdabilidade ( $h^2$ ), coeficientes de variação genético ( $CV_g$ ) e experimental ( $CV_e$ ), e o coeficiente de variação relativo (razão  $CV_g/CV_e$ ),

são de grande importância nos programas de melhoramento, por direcionar o método de melhoramento mais adequado à cultura, oportunizando ao máximo os ganhos com seleção (Cruz, 2005; Cruz & Regazzi, 2001; Falconer, 1987). Sendo que para o aumento na eficiência de seleção, deve se considerar em principal a amplitude da variação fenotípica e correlações entre características (Gomes et al., 2007).

A herdabilidade é um dos parâmetros mais utilizados no melhoramento. Conhecida a herdabilidade, o progresso a ser esperado a partir da seleção de uma característica pode ser previsto, além de estimar a intensidade com que as variações de ambiente podem afetar sua expressão (Amorim et al., 2008). As características avaliadas quanto à herdabilidade são a altura de inserção do capítulo, número de aquênios por capítulo, diâmetro do capítulo do colo da haste, massa de mil aquênios e produção de aquênios (Rigon et al., 2013).

Segundo Rigon et. al., (2012) o sucesso do melhoramento vegetal depende da formação de genótipos superiores, com uso de estatísticas informativas. Evidenciando que, para que o estabelecimento do girassol se mantenha efetivo, os programas de melhoramento devem se orientar no sentido de alcançarem genótipos com maiores rendimentos de grãos, maior teor de óleo, ciclo precoce, maior resistência a doenças, porte reduzido, entre outros importantes aspectos (Oliveira et. al., 2005).

## **4. MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1. Local de desenvolvimento experimental**

Foram realizados três ensaios em diferentes locais no Cerrado do Distrito Federal. Na área experimental da Embrapa Cerrados (CPAC), Planaltina-DF, estabelecida a 15°35'30" de latitude Sul, 47°42'30" de longitude Oeste e altitude de 1.007 m, semeado em 09 de fevereiro de 2021. No Centro de Inovação em Genética Vegetal – CIGV, da Embrapa Cerrados, localizada no Riacho Fundo II-DF, a 15°54'53" de latitude Sul, 48°02'14" de longitude Oeste e altitude de 1.254 m, semeado em 16 de março de 2021. Na Fazenda Água Limpa, Estação Ecológica da Universidade de Brasília (UnB), localizada na Vargem Bonita-DF a 15°56'00" de latitude Sul, 47°55'00" de longitude Oeste e altitude 1.100 m, semeado em 03 de março de 2021.

### **4.2. Delineamento experimental**

Cada um dos três ensaios foi arranjado experimentalmente em blocos completos, casualizados com quatro repetições e utilizando 12 genótipos. Os ensaios foram delineados da

seguinte forma: 4 fileiras de 6,0 m de comprimento e espaçamento de 0,5 a 0,9 m nas entrelinhas. A área útil da parcela foram as 2 fileiras centrais, eliminando-se 0,5 m nas extremidades, sendo essa área no CPAC de 5,0 m<sup>2</sup> e 2,5 m<sup>2</sup> na CIGV e FAL. Os genótipos avaliados foram: BRS G80, BRS G78, BRS G81, BRS G79, BRS G73, BRS G77, BRS G74, BRS G76, BRS G75 da Embrapa e as testemunhas foram os híbridos BRS 323, ALTIS 99 e HELIO 250.

Todos os experimentos foram conduzidos em solo classificado como Latossolo Vermelho-Escuro, em sucessão da soja. As adubações de base e cobertura ocorreram de acordo com o resultado das análises de solo e por Leite et al. (2005), onde na área experimental do CPAC foi aplicado na semeadura 28 kg ha<sup>-1</sup> de N, 28 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 56 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, no CIGV 17,5 kg ha<sup>-1</sup> de N, 87,5 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 52,5 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, e na Fazenda Água Limpa 14 kg ha<sup>-1</sup> de N, 105 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 56 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. Também foi utilizado nas três áreas experimentais 50 kg/ha de N na adubação de cobertura.

#### **4.3. Caracterização morfoagronômica**

Foram avaliados os caracteres rendimento de grãos (REND) em kg ha<sup>-1</sup>, dias para a floração plena (DFI) com base na data de floração inicial, tamanho do capítulo (DC) em cm, peso de mil aquênios (PMA) em g, altura (ALT) em cm e número de plantas acamadas (NPA).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância através do programa Genes (Cruz, 1997).

#### **4.4. Obtenção dos dados**

A obtenção das informações de interesse ocorreu da seguinte forma, o diâmetro do capítulo (DC) foi medido no ponto de maturação fisiológica com o auxílio de uma fita métrica, e a partir da medição de cinco capítulos de cada parcela para compor o seu valor, com uma balança analítica (0,001 g) foram pesados para obter a massa média dos mesmos. Em seguida, foi realizada a limpeza e trilha dos aquênios, pesando-os para obter o índice de colheita, isto é, a relação entre a massa de aquênios e a massa do respectivo capítulo. Para coletar a massa de mil aquênios (PMA) foi feito contagem manual dos aquênios e utilizado balança analítica.

Em cada repetição foi contabilizado o número de plantas acamadas e quebradas, e a altura (ALT) de plantas foi considerada com base na data de florescimento em R5. A

produtividade dos aquênios (RENDGRAOS) foi obtida a partir das duas linhas centrais, pesando a massa de e corrigindo o teor de umidade para 13% (b.u) dos aquênios. O DFI foi estimado com fundamento na data de florescimento em R5.

#### 4.5. Transformação de dados

Os dados de número de plantas acamadas foram analisados a partir dos resultados coletados e transformados pela fórmula ( $\sqrt{(N + 0,5)}$ ).

Os dados de dias para floração inicial é estimado pela subtração data de florescimento pela data de emergência, sendo a data de emergência considerada 7 (sete) dias após o plantio.

#### 4.6. Avaliação de parâmetros genéticos, fenotípicos e ambientais

A análise conjunta foi essencial para a estimativa dos parâmetros genéticos, transformando as interações em componentes genéticos e ambientais. Através do programa Genes (CRUZ, 1997) os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, em conformidade com o modelo estatístico  $Y_{ij} = \mu + G_i + B_j + \epsilon_{ij}$ , sendo  $Y_{ij}$  = valor observado relativo da característica da  $i$ -ésimo genótipo no  $j$ -ésimo bloco,  $\mu$  = média geral,  $G_i$  = efeito da  $i$ -ésimo genótipo ( $i = 1, 2, \dots, g$ ),  $B_j$  = efeito do  $j$ -ésimo bloco ( $j = 1, 2, \dots, r$ ),  $\epsilon_{ij}$  = erro aleatório (fatores não controlados),  $\epsilon_{ij} \sim NID(0, \sigma^2)$ .

Foram obtidas também, para cada uma das características analisadas, as estimativas das variâncias genotípica entre os genótipos ( $\sigma_g^2$ ), ambiental ( $\sigma_e^2$ ) e fenotípica ao nível de média ( $\sigma_f^2$ ), a herdabilidade ao nível de média ( $h^2$ ), os coeficientes de variação genético ( $CV_g$ ) e experimental ( $CV_e$ ), o coeficiente de correlação relativa ( $CV_r$ ) e a acurácia seletiva ( $\hat{r}_{gg}$ ), para cada característica estudada, utilizando-se o programa Genes (Cruz, 1997) em que:

$$\text{Variância genotípica: } \sigma_g^2 = \frac{(QMg) - (QMer)}{r}$$

$$\text{Variância ambiental: } \sigma_e^2 = \frac{QMe}{r}$$

$$\text{Variância fenotípica entre as médias: } \sigma_f^2 = \frac{QMg}{r}$$

$$\text{Herdabilidade ao nível de média: } h^2(\%) = \frac{\sigma_g^2}{QMg} \times 100$$

$$\text{Coeficiente de variação genético: } CV_g = \frac{100\sqrt{\sigma_g^2}}{m_c}, \text{ onde } m_c = \text{média do caráter;}$$

Coeficiente de variação experimental:  $CVe (\%) = \frac{100\sqrt{QMe}}{m_c}$ , onde  $m_c$  = média do

caráter;

Coeficiente de variação relativo:  $CVr = CVg/CVe$

Acurácia seletiva:  $\hat{r}gg = \sqrt{1 - \frac{1}{F}}$

## 5.RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Caracterização morfoagronômica

A caracterização agronômica expressou diferenças significativas entre os genótipos e ambientes em relação no que se refere a maioria das características avaliadas (Tabela 1). A característica número de plantas acamadas (NPA) não foi significativa. Deste modo, para tal característica não se justifica aprimorar análise individual, seguindo com o desdobramento das interações significativas.

**Tabela 1** - Valores F da análise conjunta do ensaio. Distrito Federal, 2021.

FV	G.L.	Valores de F					
		REND	DFI	DC	PMA	ALT	NPA
Genótipo	11	11,52**	12,41**	3,64**	34,70**	3,27**	,85 <sup>ns</sup>
Ambiente	2	295,73**	56,97**	36,96**	258,76**	142,18**	3,59 <sup>ns</sup>
G x A	22	16,12**	10,26**	2,54**	12,49**	1,27 <sup>ns</sup>	1,74*
Resíduo	33						
Blocos	3						

F.V = fontes de variação; G.L = graus de liberdade; REND = rendimento de grãos; DFI = dias para floração inicial; DC = diâmetro de capítulo; PMA = peso de mil aquênios; ALT = altura de plantas; NPA = número de plantas acamadas;

O rendimento de grãos por sofrer variações em função de vários componentes agromorfológicos relacionados à produtividade e as suas interações com o ambiente se torna uma característica complexa (CHIKKA DEVAIAH et al., 2002). O ensaio CPAC foi o que obteve a maior média de rendimento (3336,15 kg ha<sup>-1</sup>), seguido do UNB com 3333,06 kg ha<sup>-1</sup>, e do CIGV com 1824,45 kg ha<sup>-1</sup> (Tabela 2).

Na Embrapa Cerrados (CPAC), a amplitude verificada foi de 2491,35 kg ha<sup>-1</sup> (BRS G76) a 4437,27 kg ha<sup>-1</sup> (BRS G80), sendo este o que obteve os maiores rendimentos. A maioria dos genótipos superou as testemunhas e delas diferiram estatisticamente, porém o genótipo BRS G77 superou apenas a testemunha BRS 323, e o genótipo BRS G76 não superou nenhuma das três testemunhas (Tabela 2).

No Centro de Inovação em Genética Vegetal (CIGV), o menor rendimento foi do BRS G73 de 1362,16 kg ha<sup>-1</sup>, o maior foi 2177,64 kg ha<sup>-1</sup> da testemunha BRS G79, o único a superar as três testemunhas. Os genótipos BRS G81, BRS G75 e BRS G73 não superaram nenhuma das testemunhas, o BRS G76 superou apenas a HÉLIO 250, e os demais superaram apenas as duas testemunhas HÉLIO 250 e ALTIS 99. Estatisticamente a maioria dos genótipos se assemelhou estatisticamente a uma das testemunhas (Tabela 2).

Na Fazenda Água Limpa (UnB), foi obtido por ALTIS 99 (testemunha) o menor rendimento de 2150,17 kg ha<sup>-1</sup>, enquanto o BRS G79 com 4105,75 kg ha<sup>-1</sup> apresentou o maior. Por apresentar o menor rendimento, todos os genótipos superaram a testemunha ALTIS 99. Somente três genótipos superaram todas as testemunhas, sendo eles o G79, G74, e o G81. Os genótipos BRS G76, BRS G73 e BRS G78 não superaram a testemunha BRS 323, mas dela foram semelhantes estatisticamente (Tabela 2).

Os cultivares demonstraram potencial produtivo e apresentaram rendimento de grãos acima da média nacional de girassol (1.143 kg ha<sup>-1</sup>), conforme a CONAB (2021). Em relação aos ambientes experimentados, os resultados indicam que o Cerrado é um ambiente favorável para o cultivo desta espécie.

O diâmetro de capítulos, um dos atributos avaliados, é considerado uma característica quantitativa e morfológica intrínseca do girassol (CASTRO; FARIAS 2005). Quanto a esta característica verificou-se diferença estatística entre os ambientes e variação entre os genótipos. Os valores de diâmetro de capítulo foram decrescentes em relação aos ambientes, a Fazenda Água Limpa constatou os maiores valores, variando de 21,25 cm a 14,75 cm. No CPAC, os valores ficaram entre 14,25 cm a 11,25 cm. Apresentando os menores valores, o CIGV variou entre 11,5 cm a 9,0 cm (Tabela 3). Estudos mostram que o período de semeadura e cultivares afetam o tamanho do capítulo e a produtividade da cultura (Cadorin et al., 2012; Heldwein et al., 2014).

Cultivares com ciclo de produção curto são desejados para utilização como cultura de safrinha no Cerrado. A característica dias para floração inicial é uma ferramenta na avaliação de materiais precoces. Sobre a DFI (Tabela 2), houve uma marcante diferença estatística entre os ambientes, os ambientes do CPAC e do CIGV apresentaram de média 60 dias para florescimento, já na UnB a média foi de 65 dias. Em relação aos genótipos, todos foram estatisticamente semelhantes, se destacando o genótipo BRS G81 que nos três ambientes ficou dentro dos três genótipos mais precoces entre os doze, e o BRS G74 que em dois ambientes (CIGV e UnB) foi o genótipo que apresentou o ciclo mais tardio.

Segundo Capone et al. (2012) observaram a influência dos ambientes no comportamento das cultivares. Para PMA, no primeiro ambiente o BRS G76 teve o melhor resultado (54,62 g) e foi o único genótipo a superar estatisticamente todas as testemunhas. Os menores valores foram dos genótipos BRS G28 (43,75 g), BRS G81 (43,12 g), BRS G78 (39,37 g) e BRS G79 (35,62 g), estatisticamente diferentes entre si e em relação às testemunhas. No segundo ambiente, BRS G80 (69,62 g) e BRS G77 (69,37 g) apresentaram os melhores resultados e foram estatisticamente superiores a todos os outros tratamentos. A testemunha ALTIS 99 (48,12 g) obteve o menor valor, a mesma foi estatisticamente semelhante a outra testemunha HÉLIO 250 (50,0 g), e os genótipos BRS G74 (48,25 g) e BRS G78 (50,37 g). No terceiro ambiente, o melhor resultado foi da testemunha BRS 323 (61,12 g), que também diferiu estatisticamente de todos os materiais restantes. Por outro lado, os menores valores foram das outras duas testemunhas, HÉLIO 250 (37,12 g) e ALTIS 99 (36,62 g), estatisticamente as mesmas se assemelham apenas ao genótipo BRS G79 (40,12 g).

Quanto à altura, apresentada na Tabela 4, a amplitude de variação foi de 161,25 a 100,0 cm no CPAC, 128,75 a 88,75 cm no CIGV, e 227,50 a 165,0 cm na UnB. A Fazenda Água Limpa obteve os maiores valores e foi o único ambiente que não teve variação estatisticamente. Dentro dos três ambientes, o menor valor foi da testemunha BRS 323. Paiva Sobrinho et al. (2011), verificou em um estudo do desenvolvimento inicial de plantas de girassol, que o aumento do nível de água no solo proporciona aumento na variável altura de plantas. De acordo com o elucidado (Figura 1), a citação de Paiva Sobrinho et al. (2011) não se assemelha aos dados da característica de altura neste estudo, pois a Fazenda Água Limpa deteve o menor valor de precipitação (227,6 mm) durante os quatro meses de plantio e obteve os maiores valores da característica, em comparação aos outros dois ambientes, que tiveram 441,9 mm (CPAC) e 457,3 mm (CIGV).

**Tabela 2** – Valores médios das características rendimento de grãos (REND) em kg ha<sup>-1</sup> e dias para floração inicial (DFI) em genótipos de girassol nos três ambientes do ensaio no Distrito Federal, 2021.

Genótipos	REND (kg ha <sup>-1</sup> )						DFI					
	CPAC		CIGV		FAL		CPAC		CIGV		FAL	
BRS G76	2491,25	B e	2491,35	C e	3632,02	A ab	58,75	B de	62,5	A abc	63,25	A BC
BRS G79	3454,72	B bcd	2177,64	C a	4105,75	A a	59,0	B cde	60,5	B bcd	64,5	A abc
BRS G78	3253,05	A cd	1877,66	B abc	3518,5	A ab	59,0	B cde	60,75	B bcd	67,0	A ab
BRS G75	4094,4	A ab	1511,06	C BC	3146,5	B bc	63,75	A abc	57,75	B de	64,75	A abc
BRS G80	4437,27	A a	1864,72	C abc	2452,95	B d	62,25	B abcd	60,25	B bcd	67,25	A ab
BRS 323 (T)	2908,47	B de	2102,11	C a	3632,25	A ab	57,75	B de	59,25	B cde	64,75	A abc
BRS G77	3009,1	A cde	2096,55	B a	2562,6	A cd	56,0	B e	58,25	B de	65,75	A abc
BRS G74	3668,97	A bc	1925,26	B ab	4097,07	A a	65,0	A ab	65,25	A a	67,5	A a
BRS G73	3316,7	A cd	1362,16	B c	3584,17	A ab	60,25	B bcde	59,0	B cde	67,5	A a
BRS G81	3181,35	B cde	1669,78	C abc	3673,97	A ab	57,25	B e	58,25	B de	63,25	A BC
HÉLIO 250 (T)	3122,6	A cde	1744,85	B abc	3440,8	A ab	60,75	B bcde	64,0	A ab	62,0	AB c
ALTIS 99 (T)	3096,8	A cde	1810,32	B abc	2150,17	B d	60,47	A a	55,5	C e	62,5	B c
Média Geral	3336,15		1824,45		3333,06		60,01		60,1		65,0	
Teste F	13,68 **		4,96 **		21,70 **		10,32 **		14,21		8,51**	
DMS (5%)	706,59		536,34		672,86		4,87		3,62		3,39	
CV (%)	8,53		11,84		8,13		3,24		2,43		2,10	

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na horizontal constituem grupo estatisticamente homogêneo. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na vertical constituem grupo estatisticamente homogêneo.

**Tabela 3** – Valores médios das características diâmetro de capítulo (DC) em cm e peso de mil aquênios (PMA) em g em genótipos de girassol nos três ambientes do ensaio no Distrito Federal, 2021.

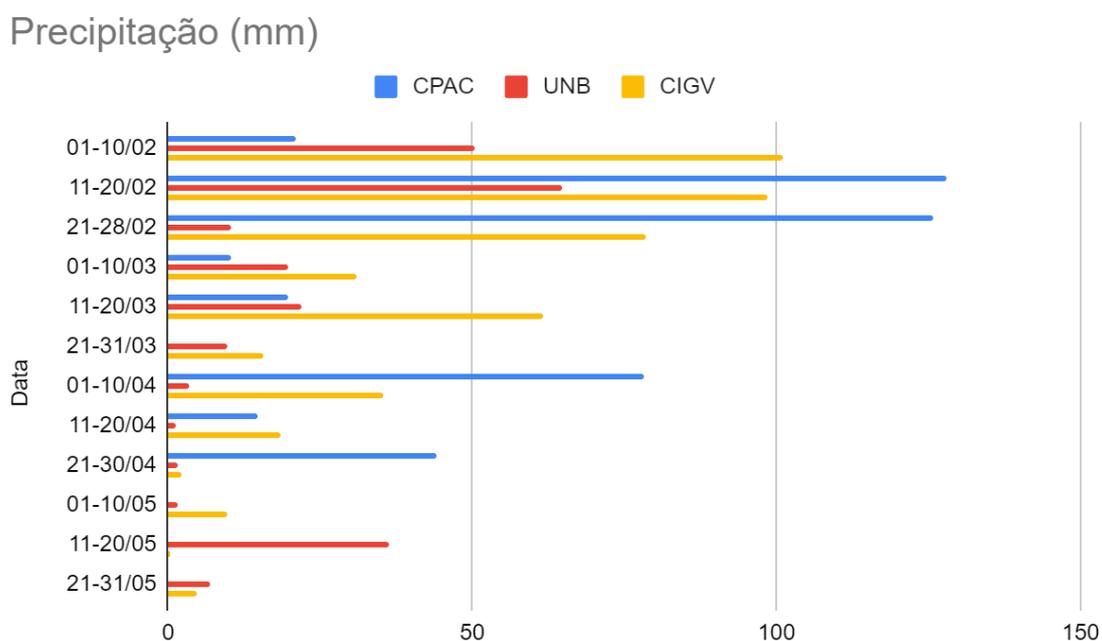
Genótipos	DC (cm)						PMA (g)					
	CPAC		CIGV		FAL		CPAC		CIGV		FAL	
BRS G76	12,75	B a	9,0	C a	16,25	A bc	54,62	B a	62,62	A ab	54,87	B ab
BRS G79	13,75	B a	11,5	B a	17,5	A abc	35,62	B e	53,25	A de	40,12	B d
BRS G78	12,5	B a	9,5	C a	19,25	A ab	39,3	B de	50,37	A e	44,0	B cd
BRS G75	14,0	A a	9,25	B a	14,75	A c	48,12	B abc	63,12	A abc	51,5	B bc
BRS G80	13,5	A a	10,75	B a	15,75	A bc	43,75	B cd	69,62	A a	43,37	B d
BRS 323 (T)	13,5	B a	10,25	C a	16,5	A bc	52,0	B ab	60,75	A bcd	61,12	A a
BRS G77	11,25	B a	10,25	B a	15,25	A c	48,75	B abc	69,37	A a	43,37	B d
BRS G74	12,5	B a	10,25	B a	15,75	A bc	50,0	AB abc	48,25	B e	54,12	A ab
BRS G73	14,25	A a	9,5	B a	16,25	A bc	48,0	B abc	55,75	A cde	43,87	B cd
BRS G81	13,5	A a	10,0	B a	15,75	A bc	43,12	B cde	57,87	A de	52,62	A b
HÉLIO 250 (T)	13,5	B a	11,5	B a	21,25	A a	46,87	A abcd	50,0	A e	37,12	B d
ALTIS 99 (T)	13,75	AB a	11,25	B a	15,0	A c	45,0	A bcd	48,12	A e	36,62	B d
Média Geral	13,22		10,25		16,6		46,27		57,42		46,89	
Teste F	2,24**		2,30*		3,27**		12,57**		24,40*		21,50*	
DMS (5%)	2,76		2,81		5,21		7,4		8,04		8,3	
CV (%)	8,42		11,84		12,64		6,45		5,64		7,13	

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na horizontal constituem grupo estatisticamente homogêneo. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na vertical constituem grupo estatisticamente homogêneo.

**Tabela 4** – Valores médios das características rendimento de altura (ALT) em metros e número de plantas acamadas (NPA) em genótipos de girassol nos três ambientes do ensaio no Distrito Federal, 2021.

Genótipos	ALT (m)						NPA					
	CPAC		CIGV		FAL		CPAC		CIGV		FAL	
BRS G76	101,25	B a	90,0	B a	196,25	A ab	0,83	A ab	1,05	A a	0,7	A a
BRS G79	125,0	B a	97,5	B a	196,25	A ab	0,7	A b	0,7	A a	1,09	A a
BRS G78	127,5	B a	100,0	B a	203,75	A ab	0,7	A b	0,7	A a	0,7	A a
BRS G75	161,25	B a	92,5	C a	211,25	A ab	0,83	A ab	0,7	A a	0,83	A a
BRS G80	138,75	B a	108,75	B a	218,75	A ab	0,83	A ab	0,7	A a	1,12	A a
BRS 323 (T)	100,0	B a	88,7	B a	165,0	A b	0,7	A b	0,83	A a	0,96	A a
BRS G77	101,25	B a	102,5	B a	227,5	A a	1,06	A ab	0,7	A a	0,92	A a
BRS G74	161,25	B a	107,5	C a	211,25	A ab	0,96	AB ab	0,7	B a	1,25	A a
BRS G73	150,0	B a	95,0	C a	217,5	A ab	1,43	A a	0,7	B a	0,7	B a
BRS G81	138,75	B a	93,75	C a	213,75	A ab	0,92	A ab	0,83	A a	0,92	A a
HÉLIO 250 (T)	106,25	B a	100,0	B a	205,0	A ab	0,83	A ab	0,7	A a	0,83	A a
ALTIS 99 (T)	133,75	B a	128,75	B a	218,75	A ab	0,96	A ab	0,7	A a	0,7	A a
Média Geral	128,75		100,41		207,08		0,9		0,75		0,89	
Teste F	5,82**		4,03**		0,76 <sup>ns</sup>		1,51 <sup>ns</sup>		1,58 <sup>ns</sup>		1,33 <sup>ns</sup>	
DMS (5%)	46,62		27,02		91,96		0,81		0,41		0,79	
CV (%)	14,59		10,83		17,89		36,40		22,27		35,76	

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na horizontal constituem grupo estatisticamente homogêneo. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na vertical constituem grupo estatisticamente homogêneo.



**Figura 1** - Precipitação pluviométrica na Embrapa Cerrados (CPAC), Planaltina-DF, no Centro de Inovação em Genética Vegetal (CIGV), Riacho Fundo II-DF e na Fazenda Água Limpa (UnB), Vargem Bonita-DF, 2021.

## 5.2 Avaliação de parâmetros genéticos, fenotípicos e ambientais.

Para auxiliar a condução de estudos em programas de melhoramento genético se faz o uso da estimativa de parâmetros genéticos. É preciso estimar os componentes de variância genética e fenotípica para obter uma seleção eficiente, pois é possível estimar a acurácia e a herdabilidade através da relação entre as variâncias (RESENDE; DUARTE, 2007).

Trabalhos desenvolvidos por Amabile et al. (2015), Amori et al. (2007), Arshad et al. (2007) e Messetti e Padovani (2009)), avaliaram a divergência genética na cultura do girassol pela utilização de caracteres morfoagronômicos. A variação fenotípica e correlações entre características, são consideradas necessárias no aumento da produtividade, fora as variações entre populações sobre influência ambiental na expressão das características (GOMES et al., 2007).

As análises de variância (Tabela 1) demonstram o efeito significativo dos genótipos, pois com exceção do NPA, todas variáveis foram significativas a 2% de probabilidade pelo teste F ( $p \leq 0,01$ ). Resende e Duarte (2007) consideram que o valor de F deve ser superior a

2,0 em ensaios de avaliação genotípica, sendo evidenciado no presente trabalho determinada precisão.

De acordo com Falconer e Mackay (1996), a herdabilidade é a proporção da variação fenotípica que pode ser herdada. Nos três ambientes estudados (Tabelas 5, 6 e 7), com ressalva sobre a herdabilidade ( $h^2a$ ), as características de peso de mil aquênios e dias para floração inicial apresentaram valores superiores a 80%. Em relação ao rendimento de grãos, apenas nos ambientes do CPAC e do CIGV, a herdabilidade foi acima de 80%, sendo que na Fazenda Água Limpa a característica teve 79,97% ( $h^2a$ ). Para DC, os valores obtidos foram superiores a 55%. Da silva et al. (2011) encontraram baixa herdabilidade (23%), demonstrando a maior facilidade de alteração pelo ambiente na característica de diâmetro de capítulo.

As altas herdabilidades encontradas permitem dizer que os resultados indicam eficiência da seleção fenotípica para os caracteres estudados. Nesse contexto, houve correto controle ambiental, possibilitando melhor expressão da variabilidade genotípica, permitindo por se ter maior herdabilidade, a possibilidade da obtenção de ganhos genéticos com a seleção.

As características que exibem coeficientes de variação genético (CVg) superior ao ambiental (CVe), são consideradas mais favoráveis ao melhoramento por possuírem maiores possibilidades de ganhos genéticos. Nos três ambientes avaliados, a maioria dos tributos apresentaram valores superiores, com exceção do diâmetro de capítulo e o número de plantas acamadas, que obtiveram valores de CVg inferiores ao CVe, indicando que a seleção fenotípica para estes caracteres é pouco favorável (Tabelas 5, 6 e 7). Em todos os ambientes os menores valores de CVe foram do caráter de dias para floração inicial e os maiores valores para a variação ambiental ocorreram na característica de número de plantas acamadas.

Os coeficientes de correlação relativa (CVR), calculados por meio da razão CVg/CVe, de forma geral foram superiores a 1 (Tabelas 5, 6 e 7), exceto a variante DC em todos os ambientes, e ALT e NPA no Centro de Inovação em Genética Vegetal, obtiveram valores inferiores. Vencovsky (1978) afirma que valores do coeficiente CVr superiores a 1, indicam maiores possibilidades de ganhos genéticos, evidenciando a possibilidade de sucesso da seleção fenotípica porque a variância genética superou a ambiental.

A acurácia e a herdabilidade permitem concluir informações sobre as características estudadas, especialmente para aquelas mais influenciadas pelo ambiente. Com isso, são importantes para ensaios em programas de melhoramento (CRUZ et al., 2004). Para as características REND, DC, PMA e ALT a acurácia seletiva é considerada muito alta, o que

representa, segundo Resende (2002), bom resultado do valor genotípico a partir do fenotípico, contribuindo com informações favoráveis para seleção e ganho genético. Os caracteres DC e NPA foram avaliados como moderados (Tabelas 5, 6 e 7).

Com base nos valores de F (Tabelas 5, 6 e 7), a precisão experimental foi adequada para ensaios de avaliação genotípica, visto que os valores obtidos foram superiores a 2,0, conforme citado por Resende e Duarte (2007). Ressaltando a característica ALT no ambiente da Fazenda Água Limpa e NPA em todos os ambientes, não atingiram 2,0, com isso, sugerindo baixa precisão experimental, não podendo ser considerada para avaliação genotípica.

Seguindo o princípio do conhecimento de características-chave, é possível se ter controle da herança genética e dos fatores ambientais que influenciam sua expressão (SAFAVI et al., 2010).

**Tabela 5** – Estimativas das variâncias fenotípica a nível de média ( $\sigma_f^2$ ), genotípica ( $\sigma_g^2$ ) e ambiental ( $\sigma_e^2$ ), da herdabilidade ao nível de média ( $h_a^2$ ), dos coeficientes de variação experimental (CVe) e genético (CVg), da relação CVr e da acurácia ( $\hat{f}g$ ) de cada característica avaliada em genótipos de girassol. Ensaio na Embrapa Cerrados, Planaltina-DF, 2021.

Parâmetros	REND	DFI	DC	PMA	ALT	NPA
F	13,68	10,38	2,24	12,57	5,82	1,51
$\hat{f}g^2$	257.017,97	9,05	0,39	25,79	425,41	0,01
$\sigma_f^2$	277.282,97	10,02	0,7	28,02	513,64	0,04
$\sigma_e^2$	20.265,0	0,96	0,31	2,23	88,23	0,02
$h_a^2$ (%)	92,69	90,37	55,5	92,05	82,82	34,02
CVe (%)	8,53	3,25	8,43	6,45	14,59	36,4
CVg (%)	15,2	4,97	4,71	10,98	16,02	13,07
CVr (%)	1,78	1,53	0,56	1,7	1,1	0,35
$\hat{f}g$	0,96	0,95	0,74	0,96	0,91	0,58

REND = rendimento de grãos; DFI = dias para floração inicial; DC = diâmetro de capítulo; PMA = peso de mil aquênios; ALT altura de plantas; NPA = número de plantas acamadas.

**Tabela 6** – Estimativas das variâncias fenotípica a nível de média ( $\sigma_f^2$ ), genotípica ( $\sigma_g^2$ ) e ambiental ( $\sigma_e^2$ ), da herdabilidade ao nível de média ( $h_a^2$ ), dos coeficientes de variação experimental (CVe) e genético (CVg), da relação CVr e da acurácia ( $\hat{f}g$ ) de cada característica avaliada em genótipos de girassol. Ensaio no Centro de Inovação em Genética Vegetal, Riacho Fundo II-DF, 2021.

Parâmetros	REND	DFI	DC	PMA	ALT	NPA
F	4,96	14,21	2,30	24,40	4,03	1,58
$\hat{f}g^2$	46.344,99	7,06	0,42	61,44	90,06	0

$\sigma_f^2$	58.020,91	7,6	0,74	64,06	119,7	0,01
$\sigma_e^2$	11.675,92	0,53	0,32	2,63	29,64	0
ha <sup>2</sup> (%)	79,88	92,97	56,58	95,9	75,24	36,79
CVe (%)	11,85	2,43	11,05	5,64	10,84	22,27
CVg (%)	11,8	4,42	6,31	13,65	9,45	8,49
CVr (%)	1,0	1,82	0,57	2,42	0,87	0,38
$\hat{r}_{gg}$	0,89	0,96	0,75	0,98	0,87	0,61

REND = rendimento de grãos; DFI = dias para floração inicial; DC = diâmetro de capítulo; PMA = peso de mil aquênios; ALT altura de plantas; NPA = número de plantas acamadas.

**Tabela 7** – Estimativas das variâncias fenotípica a nível de média ( $\sigma_f^2$ ), genotípica ( $\sigma_g^2$ ) e ambiental ( $\sigma_e^2$ ), da herdabilidade ao nível de média (ha<sup>2</sup>), dos coeficientes de variação experimental (CVe) e genético (CVg), da relação CVr e da acurácia ( $\hat{r}_{gg}$ ) de cada característica avaliada em genótipos de girassol. Ensaio na Fazenda Água Limpa, Vargem Bonita-DF, 2021.

Parâmetros	REND	DFI	DC	PMA	ALT	NPA
F	21,7	8,51	3,27	21,5	0,76	1,33
$\sigma_g^2$	380.456,86	3,52	2,51	57,34	0	0
$\sigma_f^2$	398.833,18	3,99	3,61	60,14	263,45	0,03
$\sigma_e^2$	18.376,31	0,47	1,1	2,8	343,31	0,02
ha <sup>2</sup> (%)	95,39	88,26	69,44	95,35	0	25,07
CVe (%)	8,13	2,11	12,65	7,13	17,89	35,76
CVg (%)	18,51	2,89	9,53	16,15	0	10,34
CVr (%)	2,28	1,37	0,75	2,26	0	0,28
$\hat{r}_{gg}$	0,98	0,94	0,83	0,98	0	0,5

REND = rendimento de grãos; DFI = dias para floração inicial; DC = diâmetro de capítulo; PMA = peso de mil aquênios; ALT altura de plantas; NPA = número de plantas acamadas.

## 6. CONCLUSÕES

Houve interação significativa entre os ambientes, o que permite a comparação dos genótipos nos diferentes ensaios. Os ensaios realizados na Embrapa Cerrados e Fazenda Água Limpa obteve as maiores médias de rendimento, diâmetro de capítulo e altura.

Os híbridos avaliados apresentaram valores elevados de herdabilidade na maioria das características agronômicas avaliadas, que variou de 75,24% a 95,39%. Os valores possibilitam alta precisão na seleção de genótipos, com acurácia seletiva entre 83% e 98%, de magnitude alta a muito alta. As características diâmetro de capítulo e número de plantas acamadas indicaram baixa herdabilidade e valores de acurácia variando de baixos a moderados.

Dentre os genótipos testados, o BRS G74 se destaca em todas as características morfoagronômicas, exceto a característica dias para floração inicial, em pelo menos dois dos três ambientes dos ensaios .

## 7. REFERÊNCIAS

ADÁMOLI, J.; MACEDO, J.; AZEVEDO, L. G.; NETTO, J. M. Caracterização da região dos Cerrados. In: GOEDERT, W. J. (Ed.). **Solos dos Cerrados: tecnologias e estratégias de manejo**. Planaltina, DF: EMBRAPA - CPAC; São Paulo: NOBEL, 1987. p. 33-98.

ABREU, J. B. R.; MENEZES, J. B. O. X.; SCOFIELD, H. L.; SCOLFORO, L.; Araújo, L. A.; Souza, M. M, JUNIOR, E. P. N.; SANTOS, A. P., Avaliação da produção de capítulos e de matéria seca total de quatro cultivares de girassol (*Helianthus annuus*). In: 14<sup>a</sup> Reunião Nacional de Pesquisa de Girassol. Simpósio Nacional Sobre a Cultura do Girassol, 1., 2001, Rio Verde. **Resumos**, p. 48- 49.

AMABILE, R. F.; FERNANDES, F. D.; SANZONOWICZ, C. **Girassol como alternativa para o sistema de produção para o cerrado**. Brasília: Embrapa Cerrados, 2002. 2p., (Circular Técnica, 20).

AMABILE, R. F.; MONTEIRO, V. A.; AQUINO, F. D. V. de; CARVALHO, C. G. P. de; RIBEIRO JÚNIOR, W. Q.; FERNANDES, F. D.; SANTORO, V. L. Avaliação de genótipos de girassol em safrinha no Cerrado do Distrito Federal. In REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE GIRASSOL, 17., 2007. Uberaba, MG. **Anais...** Londrina: Embrapa Soja, 2007. p.109-112.

AMABILE, R.F.; BRIGE, F. A. A, MONTALVÃO, A. P. L., SALA, P. I. A. L., SAYD. R. M., MOURA, C. H. P., CARVALHO, C. G. P., FAGIOLI, M. Estimativa de parâmetros genéticos, correlações fenotípicas e ambientais em girassol do cerrado do Distrito Federal. In REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE GIRASSOL. Brasília, DF. **Anais...** Londrina: Embrapa Soja, 2015. p. 176-178.

AMORIM, E.P.; RAMOS, N.P.; UNGARO, M.R.G.; KIIHL, T.A.M. Divergência genética em genótipos de girassol. **Ciência e Agrotecnologia**,v.31, n. 6, p. 1637-1644, 2007.

ARSHAD, M.; KASHIF, M. I.; KHAN, M. A. Genetic divergence and path coefficient analysis for seed yield in sunflower (*Helianthus annuus*L.) hybrids. **Pakistan Journal of Botany**, v.39, n.6, p.2009-2015, 2007.

BACAXIXI, P. et al. Teste de germinação de girassol *Helianthus annuus* L. **Revista científica eletrônica de agronomia**, v. 10, n. 20, p. 1-5, 2011.

BACKES, R. L.; SOUZA, A. M. de; BALBINOT JUNIOR, A. A.; GALLOTTI, G. J. M.; BAVARESCO, A. Desempenho de cultivares de girassol em duas épocas de plantio de safrinha no planalto norte catarinense. **Scientia Agricola**, v.9, n.1, p.41-48, 2008.

BARNI, Nídio Antonio et al. Rendimento máximo do girassol com base na radiação solar e temperatura: II. Produção de fitomassa e rendimento de grãos. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 1, n. 2, p. 201-216, 1995.

BIRCK, Marcos et al. Desempenho de cultivares de girassol em diferentes épocas de semeadura no Brasil central. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 41, n. 1, pág. 42-51, 2017.

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

CARGNELUTTI FILHO, A.; RIBEIRO, N. D.; STORCK, L.; JOST, E.; POERSCH, N. L. Tamanho de amostra de caracteres de cultivares de feijão. **Ciência Rural**, v.38, p.635- 642, 2008.

CASTIGLIONI, V. B. R.; BALLA, A.; CASTRO, C. DE SILVEIRA, J. M. **Fases de desenvolvimento da planta de girassol**. Embrapa Soja, 1997, 24p.

CASTIGLIONI, V. B. R.; OLIVEIRA, M. F. de. **Melhoramento do Girassol**. In: BÓREM, A. Melhoramento de plantas cultivadas. 3.ed. Viçosa: UFV, 2005. 969p.

CASTRO, C.; CASTIGLIONI, V. B. R.; BALLA, A. **A cultura do girassol**. Circular Técnica, EMBRAPA-CNPSO, n.13, 1996 b, 38 p.

CASTRO, C. FARIAS, J. R. B. **Ecofisiologia do girassol**. In: LEITE, R. M. V. B. C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. de. Girassol no Brasil. Londrina: EMBRAPA Soja, p.163-218, 2005.

CHIKKADEVAIAH, H.; SUJATHA, H. L.; NANDINI, C. Correlation and path analysis in sunflower. **Helia**, v. 25, n. 37, p. 109-118, 2002.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento de safra brasileiro** - grãos: v.8– Safra 2020/21, n.12 - Décimo segundo levantamento, Brasília, p. 1-97, setembro 2021. Disponível em: [https://www.conab.gov.br/infoagro/safra/safra/graos/boletim-da-safra-degraos/item/download/39034\\_3ccad80c555e633d26ed7fb5e9393037](https://www.conab.gov.br/infoagro/safra/safra/graos/boletim-da-safra-degraos/item/download/39034_3ccad80c555e633d26ed7fb5e9393037). Acesso em: 15 Abr. 2022.

CORREA, A. M., GONÇALVES, M. C., DESTRO, D. SOUZA, L. C. F.; SOBRINHO T. A. Estimates of genetic parameters in common bean genotypes. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.3, n.3, p. 223-230, 2003.

COSTA, V. C. A.; SILVA, F. N.; RIBEIRO, M. C. C. Efeito de épocas de semeadura na germinação e desenvolvimento em girassol (*Helianthus annuus* L.). **Revista Científica Rural**, v.5, p.154-158, 2000.

COUTINHO, Pablo Wenderson Ribeiro; SOUSA, R. F. B.; TSUTSUMI, C. Y. Métodos de melhoramento genético no girassol. **Nucleus**, v. 12, n. 1, 2015.

CRUZ, C. D. **Aplicações de algumas técnicas multivariadas no melhoramento de plantas**, 1990, 188 p., Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

CRUZ, C. D. **Programa Genes**: aplicativo computacional em genética e estatística. Versão Windows – 2007. Viçosa, MG: editora UFV, 2007. v. 1.442 p.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2.ed. Viçosa: UFV, 2006. 585p.

CRUZ, C. D. **Princípios da genética quantitativa**. Viçosa: UFV, 2005. 394p.

DALCHIAVON, Flávio Carlos et al. Características agronômicas e suas correlações em híbridos de girassol adaptados à segunda safra. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, p. 1806-1812, 2016.

DE OLIVEIRA, Sirlene Lopes et al. Desempenho agronômico de genótipos de girassol cultivados sob déficit hídrico no semiárido Mineiro. **Acta Iguazu**, v. 6, n. 4, p. 93-104, 2017.

DE OLIVEIRA, Sirlene Lopes et al. Dissimilaridade fenotípica em genótipos de girassol cultivados no norte de Minas Gerais. **Agri-Environmental Sciences**, v. 3, n. 2, p. 19-28, 2017.

EITEN, G. **Vegetação do Cerrado**. In: PINTO, M. N. Cerrado. Brasília, DF: Universidade de Brasília, 1993. p. 17-73.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Cerrado: ecologia e flora**. Brasília: EMBRAPA, 2008. p.109-132.

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

FELIPPE, M. F.; SOUZA, T. R. A biogeografia do cerrado em concomitância com sua história econômica e suas perspectivas para o futuro. **Enciclopédia biosfera**, v. 1, p. 1-33, 2006.

GAZZOLA, Adriano et al. **A cultura do girassol**. Piracicaba: ESALQ, v. 69, 2012.

GHAFFARI, M. Use of principle component analysis method for selection of superior three way cross hybrids in sunflower. **Seed and Plant Improvement Journal**, v.19, n.4, p.513-527, 2004.

GÓMEZ-ARNAU, J. El cultivo dei girasol. *lojas divulgadoras*, n.20, p.1-31, 1988.

HECKLER, J. C. Sorgo e girassol no outono-inverno, em sistema plantio direto, no Mato Grosso do Sul. **Ciência Rural**, v.32, p.517-520, 2002.

KNOWLES, P. F. Morphology and anatomy. In: CARTER, J. F. (Ed.) **Sunflower science and technology**. Agron. Monogr. 19. ASAS, CSSA, and SSSA, Madison, WI. 1978, 55-87p.

LIRA, E. G. **Caracterização de genótipos de girassol em ambientes do Cerrado do Distrito Federal**. 2016. 87f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária-FAV, Universidade de Brasília-UnB, Brasília-DF, 2016.

LUSTRI, Elivelton Alves et al. Avaliação do desempenho agrônômico de cultivares de girassol (*Helianthus annuus* L.) no cultivo em safrinha na região Oeste Paulista. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 13, n. 1, p. 1-15, 2017.

MARUTHI SANKAR, G.; NARASIMHA MURTHY, D.; VANAJA, M.; RAGHURAM REDDY, P. A multiple selection index for selecting sunflower genotypes using principal component analysis. **Indian Journal of Dryland Agricultural Research and Development**, v.14, n.2, p.93-103, 1999.

MATTER, Edegar<sup>1</sup> et al. Parametros genéticos em caracteres de importância agronomica em girassol. **Palmas, Universidade Federal do Tocantins**, p. 1-5, 2009.

MESSETTI, A. V. L.; PADOVANI, C. R. Utilização da análise de agrupamento no estudo da divergência genotípica de girassol (*Helianthus annuus* L.). **Energia na Agricultura**, v.15, n.4, p. 26-35, 2000.

MINGOTI, S. A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada**. Belo Horizonte: UFMG, 2007.

MOHAN, G. S.; SEETHARAM, A. Genetic divergence in lines of sunflower derived from inter specific hybridization, **SABRAO Journal of Plant Breeding and Genetics**, v.37, p.77-84, 2005.

MONTALVÃO, A. P. L. **Parâmetros genéticos e caracterização morfoagronômica de genótipos de girassol no Cerrado do Distrito Federal**, 2016. 40f. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade de Brasília - UnB, Brasília, 2016.

MORRISON, D. F. **Multivariate statistical methods**. New York: McGraw-Hill, 1976. 415 p.

MOSCARDI, F.; CORSO, I. C. **Pragas do girassol no Brasil**. In: MOLESTINA, C.J. ed. Manejo de cultivo, control de plagas y enfermedades de girasol. Montevideo, IICA PROCISUR, 1988. p. 35-38. (IICA-PROCISUR. DIALOGO, 22).

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1989. p. 422.

OLIVEIRA, M. F.; CASTIGLIONI, V. B. R.; CARVALHO, C. G. P. Melhoramento do girassol. In: LEITE, R. M. V. B. C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. de. (Eds.). **Girassol no Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2005. p. 269-297.

PELEGRINI, B. **Girassol**: uma planta solar que das Américas conquistou o mundo. São Paulo: Ícone, 1985. 117 p.

PORTO, Willyam Stern et al. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de girassol para a região subtropical do Brasil. **Ciência Rural**, v. 39, p. 2452-2459, 2009.

PORTO, W. S.; CARVALHO, C. G. P. de; PINTO, R. J. B.; OLIVEIRA, M. F. de; OLIVEIRA, A. C. B. de. Evaluation of sunflower cultivar for central Brazil. **Scientia Agricola**, v. 65, p. 139-144, 2008.

RIBIRO, 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-CPAC, 1998. cap 3, p. 87-166.

RIBEIRO, M. F. S.; DAROS, E.; CAIRES, E. F.; COSTA VASCONCELLOS, M. E. Desempenho agrônomico da cultura do girassol em diferentes condições edafoclimáticas do Sudeste paranaense. **Bragantia**, v. 70, n. 3, p. 550-560, 2011.

REGAZZI, A. J. **INF 766 - Análise multivariada**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas. Departamento de Informática, 2001. 166p. Apostila de disciplina.

RESENDE, M. D. V.; DUARTE, J. B. Precisão e controle de qualidade em experimentos de avaliação de cultivares. **Embrapa Florestas-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2007.

ROCHA, Sara Kananda da Silva. **Parâmetros genéticos de características morfoagronômicas para seleção de genótipos de girassol no Cerrado do Distrito Federal**. 2019. 46f. Dissertação (Graduação em Agronomia) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária-FAV, Universidade de Brasília-UnB, Brasília-DF, 2016.

ROSSI, R. O. **Girassol**. Curitiba: Tecnoagro, 1998. 333 p.

SAFAVI, S. A.; POURDAD, S. S.; TAEB, M.; KHOSROSHAHLI, M. Assessment of Genetic Variation among Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) Accessions using Agro- 33 morphological Traits and Molecular markers. **Journal of Food Agriculture and Environment**, v. 8, n. 34, p. 616-620, 2010.

SANTOS, R. C.; MOREIRA, J. de A. N.; FARIAS, R. H. de; DUARTE, J. M. Classificação de genótipos de amendoim baseada nos descritores agromorfológicos e isoenzimáticos. **Ciência Rural**, v. 30, n. 1, p. 55-59, 2000

SAYD, R. M. et al. Parâmetros genéticos de girassol em três ambientes no cerrado do Distrito Federal. In: **Embrapa Soja-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE GIRASSOL, 22.; SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE A CULTURA DO GIRASSOL, 10., 2017, Lavras. Anais... Londrina: Embrapa Soja, 2017. p. 172-175.(Embrapa Soja. Documentos, 395). Editado por Regina Maria Villas Bôas de Campos Leite., 2017.

SOUSA, J. R. M.; SOARES, L. A. dos A.; SOUSA JÚNIOR, J.R.; MAIA, P. de M. E.; FURTADO, G. de F.; MARACAJÁ, P. B. Germinação de sementes de girassol cv. BRS 321 umedecidas com solução salina. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 8, n. 1, p. 56-60, 2012.

SOUSA, Roberto Pequeno de; SILVA, Paulo Sérgio Lima; ASSIS, Janilson Pinheiro de. Tamanho e forma de parcelas para experimentos com girassol. **Revista Ciência Agronômica**, v. 47, p. 683-690, 2016.

SOUSA, Roberto P. de et al. Tamanho ótimo de parcela para avaliação do rendimento de grãos do girassol. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, p. 21-26, 2015.

UNGARO, M. R. G. **Girassol (*Helianthus annuus* L.)**. In: Boletim Informativo do Instituto Agrônômico, Campinas, v.200, n.5, p.112-113, 1990.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. Genética Biométrica no fitomelhoramento. **Revista Brasileira de Genética**, 1992. 486 p.

VENCOVSKY, R. **Genética quantitativa**. In: PATERNIANI, E. (Coord.). Melhoramento do milho no Brasil. Piracicaba: Fundação Cargill, 1978. p.122-201.

VENCOVSKY, R. **Herança quantitativa**. In: PATERNIANI, E.; VIEGAS, G. P. (Ed.). Melhoramento e produção de milho. 2. ed. Campinas, SP: Fundação Cargill, 1987. v. 1. 795 p.

VICINI, L. **Análise multivariada da teoria à prática**. Santa Maria: UFSM, CCNE, 2005, 215 p.

VRANCEANU, A.V. **El girassol**. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 1977. 379p.