



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**

**FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**CARACTERIZAÇÃO DE CLONES DE CAFÉS CONILON (*Coffea canephora* Pierre ex  
Froehner) EM SISTEMA IRRIGADO NO CERRADO CENTRAL**

**THIAGO PAULO DA SILVA**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM AGRONOMIA**

**BRASÍLIA/DF**

**JULHO/2023**



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UnB**

**FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA – FAV**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA – PPGA**

**CARACTERIZAÇÃO DE CLONES DE CAFÉS CONILON (*Coffea canephora* Pierre ex  
Froehner) EM SISTEMA IRRIGADO NO CERRADO CENTRAL**

**THIAGO PAULO DA SILVA**

**ORIENTADORA: MICHELLE SOUZA VILELA**

**COORIENTADOR: RENATO FERNANDO AMABILE**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM AGRONOMIA**

**BRASÍLIA-DF**

**JULHO/2023**



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UnB**

**FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA – FAV**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA – PPGA**

**CARACTERIZAÇÃO DE CLONES DE CAFÉS CONILON (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) EM SISTEMA IRRIGADO NO CERRADO CENTRAL**

**THIAGO PAULO DA SILVA**

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

**APROVADO POR:**

---

**MICHELLE SOUZA VILELA**, D.Sc., Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária – UnB, michellevilela@unb.br (Orientadora)

---

**SÔNIA MARIA COSTA CELESTINO**, D.Sc., Embrapa Cerrados. sonia.celestino@embrapa.br (Examinadora externa)

---

**ADRIANO DELLY VEIGA**, D.Sc., Embrapa Cerrados. adriano.veiga@embrapa (Examinador externo)

**BRASÍLIA-DF**

**JULHO/2023**

## FICHA CATALOGRÁFICA

Silva, Thiago Paulo.

Caracterização de clones de cafés Conilon (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) em sistema irrigado no Cerrado Central. / Thiago Paulo da Silva; Orientação de Michelle Souza Vilela; Coorientação Renato Fernando Amabile. Brasília, 2023.

83 p. : il.

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

1. *Coffea canephora* Pierre ex Froehner, 2. Adaptabilidade, 3. Desempenho agrônômico, 4. Herdabilidade.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

SILVA. T. P. **CARACTERIZAÇÃO DE CLONES DE CAFÉS CONILON (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) EM SISTEMA IRRIGADO NO CERRADO CENTRAL.** Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2023, 83 p. Dissertação de Mestrado.

## CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Thiago Paulo da Silva

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO: Caracterização de clones de cafés Conilon (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) em sistema irrigado no Cerrado Central.

GRAU: Mestre ANO: 2023

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

---

Thiago Paulo da Silva

CPF: 005.569.241-93

Quadra 03, casa 14

Vila Vicentina

Planaltina. Brasília/ DF – Brasil

CEP: 73.320.030

Tel: (61) 99827-9407

thiagopaulodasilva@hotmail.com

## CARACTERIZAÇÃO DE CLONES DE CAFÉS CONILON (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) EM SISTEMA IRRIGADO NO CERRADO CENTRAL

### RESUMO

Genótipos desenvolvidos e originários de outras regiões produtoras, com características de interesse como a tolerância a seca e com alta produtividade de grãos, precisam ser introduzidos e caracterizados em outras localidades para verificar a adaptabilidade. O objetivo deste trabalho foi verificar o desempenho agrônomico e a composição química dos grãos da cultivar clonal Marilândia ES 8143, composta por doze genótipos, produzida pelo Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural, em sistema irrigado do Cerrado Central. A pesquisa foi realizada nas áreas experimentais da Embrapa Cerrados, a 1.050 m de altitude em sistema irrigado por pivô central, utilizando manejo com estresse hídrico controlado por cerca de 65 dias. O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso com três repetições, e cada parcela constituída de oito plantas. O plantio foi realizado em fevereiro de 2019, e nos anos 2021 e 2022 foram realizadas fenotipagens em nível de campo avaliando os caracteres: produtividades dos grãos e porcentagens de retenção em peneiras, altura de plantas, projeção da copa e número pares de ramos plagiotrópicos, danos por geada por meio de escala de notas e a composição química de grãos (cafeína, ácidos clorogênicos, sólidos solúveis, sacarose e proteína). O clone 5 foi destaque em valor médio nos dois anos avaliados para a produtividade de grãos. Os clones 5, 6, 7, 8 e 9 apresentaram valores médios superiores aos grãos do tipo chato, em ambos os anos. Os clones 1 e 5 apresentaram valores médios para um bom desenvolvimento vegetativo. Os clones 5 e 12 não apresentaram sintomas visíveis para baixas temperaturas e efeitos da geada. Foram observadas diferenças altamente significativas entre os genótipos para todas as características morfoagronômicas avaliadas. Os baixos coeficientes de variação ambiental para todas as características indicam boa precisão experimental e altos valores de herdabilidade, coeficientes de variação genéticos e acurácia seletiva evidenciaram condição favorável à seleção dos clones para os caracteres agrônomicos analisados. Os clones 1, 2 e 6 possuem valores médios em grupos inferiores para ácidos clorogênicos e cafeína, e em grupos superiores para proteína e sólidos solúveis, assim podendo apresentar maior potencial de obtenção de bebidas de qualidade.

**Palavra chave:** *Coffea canephora* Pierre ex Froehner, adaptabilidade, desempenho agrônomico, herdabilidade.

## DESCRIPTION OF CONILON CLONES (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) IN THE IRRIGATED SYSTEM IN CENTRAL CERRADO

### ABSTRACT

Genotypes developed and originated from other producing regions, with characteristics of interest such as drought tolerance and with good yields, need to be introduced, characterized in other locations to verify adaptability. The objective of this work was to verify the agronomic performance and grain quimical composition of the cultivar Marilândia ES 8143 produced by the Capixaba Institute of Research, Technical Assistance and Rural Extension, in an irrigated system in the Central Savannas. The research was carried out in the experimental areas of Embrapa Cerrados, at 1.050 m altitude in a center pivot irrigated system, using controlled water stress for about 65 days. The experimental design used was randomized blocks with three replications, each plot consisting of eight plants. Planting was carried out in february 2019, and in the years 2021 and 2022, phenotyping was carried out at the field, evaluating the traits: grain yield, plant height, canopy projection, number of plagiotropics branches, frost damage by rating scale, grain retention on sieves and grain quimical composition. Clone 5 was highlighted in average in the two years evaluated for grain yield. Clones 5, 6, 7, 8 and 9 showing higher values than flat grains, in both years. Clones 1 and 5 showed average with good vegetative development. Clones 5 and 12 showed no visible symptoms for low temperatures and frost effects. Highly significant differences were observed between genotypes for all morphoagronomic traits evaluated. The low environmental variation coefficient for all traits indicate good experimental precision and high values of heritability, genetic variation coefficients and selection accuracy evidenced a favorable condition for the selection of clones for the analyzed agronomic traits. Clones 1, 2 and 6 have values in lower groups for chlorogenic acids and caffeine, and in higher groups for protein and soluble solids, thus showing greater potential for obtaining quality beverages.

**Key words:** *Coffea canephora* Pierre ex Froehner, adaptability, agronomic performance, heritability.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me concedido vida e me proporcionado saúde, conhecimento e fé. Mesmo assim, todos os agradecimentos a Deus não serão suficientes para expressar o meu sentimento neste momento, Ele é dono do ouro e da prata, és soberano. Sou seu filho e desfrutarei de todas as riquezas, pois, em meu coração planejo o caminho, mas o Senhor que determina os meus passos.

Agradeço as minhas mães Maria Lorêdo (*in memoriam*) e Rosa Maria, minha tia Tiana e todos meus familiares que sempre acreditaram em meu potencial. Minha esposa, Jéssica Lais Novais Machado, com todo seu amor, sempre me incentivou e todos os dias me faz olhar para o horizonte com amplitude, foi primordial neste processo para garantir sucesso. Te amarei sempre!

Agradeço a professora orientadora Dra. Michele Souza Vilela por exteriorizar com facilidade e com toda paciência os conhecimentos e o coorientador Dr. Renato Amabile que em todo momento provocou-me a buscar conhecimento e enxergar outras possibilidades dentro do trabalho.

Ao Dr. Adriano Veiga que com objetividade e clareza propiciou grandes conhecimentos na área cafeeira.

À pesquisadora Dra. Sonia Celestino, Francisco Delvico, Vlayrton Tome e seus estagiários que se dispuseram em auxiliar nas atividades de laboratório.

Ao Amilton da Silva Pires, que além de colega de trabalho é um grande amigo, me ensinou todos os manejos experimentais de campo. À toda equipe do setor do café Vanduir Siqueira, Levi Botelho, Antônio Pereira, Antônio Pernambuco e os bolsistas que cuidam com bastante prestígio os experimentos.

Ao Juaci Malaquias, que me auxiliou em toda etapa estatística.

À Dra. Solange Andrade e Felipe Brige, que durante o trabalho me ajudou e tirou várias dúvidas.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa, em particular a Embrapa Cerrados, possibilitando a realização da pesquisa.

À Universidade de Brasília, por meio da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária – FAV, no programa de pós-Graduação em agronomia – PPGA.

Obrigado, Jesus

## Sumário

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>9</b>
<b>2. OBJETIVOS .....</b>	<b>11</b>
2.1 Objetivo Geral.....	11
2.2 Objetivos Específicos .....	11
<b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>12</b>
3.1 Cerrado .....	12
3.2 O cafeeiro e sua importância econômica .....	13
3.3 Irrigação.....	14
3.4 Café Conilon no Cerrado .....	15
3.5 Composição química dos grãos de café.....	17
3.6 Geada no cafeeiro .....	21
3.7 Melhoramento genético em ( <i>Coffea canephora</i> Pierre ex Froehner) .....	22
3.8 Parâmetros genéticos .....	23
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>27</b>
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>38</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>39</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>40</b>
1. INTRODUÇÃO.....	41
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	42
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	48
4. CONCLUSÕES.....	68
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>68</b>
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>71</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>72</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>73</b>
1. INTRODUÇÃO.....	74
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	75
3. RESULTADO E DISCUSSÃO .....	78
4. CONCLUSÕES.....	81
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>82</b>



## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor e exportador mundial de cafés, a safra de 2022 foi de 50,9 milhões de sacas beneficiadas, a área ocupada pela cultura é de 2,24 milhões de hectares, sendo 1,81 milhões de hectares para o cultivo dos cafés Arábicas e 425 mil hectares para os cafés Canéforas (CONAB, 2022). Em 2022, com a colheita finalizada, a Conab confirmou a sua previsão inicial com relação a produção (CONAB, 2022). Houve um aumento de 6,7% em relação ao ano de 2021 e comparado à safra de 2020, ano também de alta bienalidade, foi possível observar uma redução de 19,3%, redução causada pela adversidades climáticas, como as geadas e o déficit hídrico durante o ciclo da cultura (CONAB, 2022). No ano de 2022, ocorreu aumento da área total de 0,6% em relação ao ano anterior. A soma da produção de café Arábica para a safra de 2022 alcançou 32,7 milhões de sacas beneficiadas, 4,1% superior ao da safra passada e do café Conilon foi de 18,1 milhões, valor 11,7% maior ao obtido na safra (CONAB, 2022).

Trabalhos realizados pelo setor na cafeicultura nacional têm gerado ganhos expressivos com desenvolvimento de novas tecnologias para diversas regiões produtoras. Novas técnicas de manejo possibilitam a produção de café com qualidade compatível às exigências dos diferentes mercados e o desenvolvimento de novas cultivares de café tem contribuído para um aumento relativo da produtividade, principalmente na cafeicultura de sequeiro.

No sistema de cultivo irrigado, em condições de Cerrado, produtividade e qualidade podem ser aumentadas devido às condições climáticas propícias para um bom desenvolvimento vegetativo e reprodutivo das plantas, apresentando como características elevadas temperaturas do ar, maiores níveis de insolação, condições de baixa umidade relativa do ar na época da colheita, juntamente com a possibilidade do uso de alto nível tecnológico com insumos, irrigação e a mecanização (FERNANDES, et al., 2012).

No Brasil, várias instituições tradicionais de pesquisa de café vêm realizando trabalhos, ao longo dos anos, com seus bancos de germoplasma (como IAC, Iapar, Epamig, Incaper).

Para região do Cerrado Central, necessita-se de programa de melhoramento voltado à obtenção de cultivares adaptadas ao sistema de cultivo irrigado, que apresentem características como alto potencial produtivo, alto vigor, baixa produção de grãos defeituosos, alta eficiência no uso de água, resistência ao ataque das principais doenças e pragas como ferrugem e bicho mineiro e arquitetura de planta adequada à colheita mecanizada.

Com a introdução de acessos de instituições parceiras torna-se possível verificar a adaptabilidade às condições edafoclimáticas da região e selecionar genótipos com características de interesse.

Na Embrapa Cerrados, paralelamente ao programa de melhoramento de café Arábica, trabalhos já existem no sentido de selecionar e desenvolver clones e híbridos de café Conilon (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) para serem cultivados na região do Cerrado, a partir de introduções do programa de melhoramento de café Conilon desenvolvidos pelo Incaper e Embrapa Rondônia, introduções da variedade botânica Robusta oriundas da região do Congo, formando uma coleção de trabalho com mais de 4.000 genótipos.

O Espírito Santo é referência em tecnologia e produção de café Conilon e nos últimos anos o estado enfrentou problemas com a seca gerando prejuízos aos produtores. Neste período foram selecionados, em baixa altitude, pelo Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper) doze clones com maior tolerância ao déficit hídrico, os quais agrupados compõem uma cultivar nomeada Marilândia ES 8143.

Essa cultivar é classificada com alto potencial de produção, necessitando ser testada e avaliada em outras regiões de cultivo como o Cerrado Central.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Avaliar o desempenho dos clones componentes da Cultivar Marilândia ES 8143, nas condições do Cerrado Central em elevada altitude, em sistema irrigado de produção.

### **2.2 Objetivos Específicos**

Avaliar os caracteres agronômicos como a produtividade de grãos, crescimento vegetativo e o quantitativo de grãos chato e grãos moca em sistema irrigado de produção;

Estudar a composição química dos grãos, para cada genótipo, considerando compostos de importância para a espécie, os quais poderiam influenciar a qualidade da bebida.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 Cerrado

O Cerrado Brasileiro com sua aproximada área de 2 milhões de km<sup>2</sup> e representando 23% do território nacional é um dos biomas com maior biodiversidade do mundo, possui formação savânica. A área do Cerrado abrange o Sul do Mato Grosso, o Norte do Piauí, o Oeste da Bahia, o Sul do Maranhão, os estados de Goiás, Tocantins, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Rondônia e São Paulo, e o Distrito Federal (SOARES et al., 2017).

Entre os sete domínios morfoclimáticos e fitogeográfico brasileiro, o Cerrado detém o equilíbrio por causa da sua posição geográfica e atributos florística, faunística e geomorfológica, fazendo conexão com os demais biomas regionais e com outros biomas do continente através de corredores hidrográficos (BIOMA CERRADO, 1991).

Este bioma possui condições edafoclimáticas particulares, o clima predominante é o tropical sazonal, com precipitação pluviométrica anual média de 1.500 mm, definido pelo regime climático bimodal - um período chuvoso bem definido que corresponde aos meses de outubro a março e um período de seca que vai de abril a setembro (CONCEIÇÃO, 2012; MENDES et al., 2012; ALMEIDA JÚNIOR et al., 2014).

Durante a estação chuvosa pode ocorrer o aparecimento de um fenômeno climático conhecido como veranico, marcado pela interrupção das chuvas por um período que, comumente, compromete o desenvolvimento de culturas, causando prejuízos à agropecuária do Cerrado (ASSAD, 1994). O veranico atinge mais de 60% da área do Cerrado e 28% é muito susceptível ao fenômeno (COCHRANE et al., 1988).

O Cerrado foi particionado em 22 ecorregiões, com base nas características geomorfológicas, geológicas, pedológicas, precipitação, flora, vegetação e fauna e, de acordo com a representatividade de ecossistemas e habitats presentes na região (ARRUDA et al, 2008)

O Planalto Central destaca-se entre as ecorregiões presentes no Cerrado, localizado na região central do Cerrado, cobrindo uma área de 157.160,8 km<sup>2</sup>, correspondendo 7,84% desse bioma (ARRUDA et al., 2008). Existe nesta região grande complexidade geomorfológica em diferentes níveis topográficos, com altitudes que variam entre 350 m nas calhas dos rios e cerca de 1.700 m na região da chapada dos veadeiros (ARRUDA et al., 2008).

Existe uma grande diversidade térmica no Cerrado devido a diferentes altitudes e latitudes, as temperaturas médias do ar variam, em média, de 22 °C a 27 °C. Estas são mais baixas por serem influenciadas pelas massas de ar provenientes do Sul do Brasil (ADÁMOLI et al., 1987; NIMER, 1989).

Sette (2004) descreve que as temperaturas máximas do ar da região do Cerrado podem atingir temperaturas do ar acima dos 40 °C e nos meses de maio, junho e julho referentes ao período de inverno as mínimas atingem próximos ou até abaixo de zero.

Os Latossolos são predominantes no Cerrado, corresponde a 46% das classes de solos existentes no Cerrado, e é a classe de solos mais utilizada para o cultivo agrícola em sistema irrigado, tem a ocorrência de Cambissolos, Neossolos Quartzarênicos, Neossolos Flúvicos e Hidromórficos (MACEDO, 1996; RESENDE et. al., 2002). Para Goedert (1985), a maior parte dos solos do Cerrado são profundos e bem drenados, com boa estrutura física e relevo pouco acidentado, permitindo a utilização de mecanização agrícola.

Em geral são solos pobres, o seu extenso processo de formação, os latossolos foram intensamente intemperizados com grande lixiviação de base e sílica, naturalmente com concentração argilo-minerais do tipo 1:1, principalmente caulinita e óxidos, em particular dos de ferro e de alumínio. Logo, são solos de baixa capacidade de troca catiônica, acidez elevada, alta capacidade de adsorção de fosforo e, portanto, baixa fertilidade natural. O teor de matéria orgânica situa-se entre 2,0% e 3,0% (LOPES, 1983; MALAVOLTA & KLIEMANN, 1985; SOUSA & RITCHEY, 1988; KER et al., 1992; HARIDASAN, 1993).

As características físicas e topográficas que alternam entre áreas planas e suavemente onduladas, quimicamente corrigidas e levando em consideração a baixa performance de retenção de água, isso proporciona grande potencialidade para a agricultura irrigada (AMABILE, 2013).

### **3.2 O cafeeiro e sua importância econômica**

Planta nativa do continente africano, o cafeeiro foi introduzido no Brasil no ano de 1723 por meio de mudas provenientes da Guiana Francesa. Primeiramente esta implantação ocorreu no estado do Maranhão e posteriormente propagou-se para os estados vizinhos, em pequenas proporções. Concomitantemente, algumas sementes da cultura foram transportadas do Maranhão para o Rio de Janeiro, o que permitiu a instalação da cultura na Serra do Mar (ALONSO-SALCES et al., 2009).

No Brasil e no mundo a produção de café da espécie *Coffea arabica* L. era predominante, no final do século XIX, ocorreu um surto de ferrugem é causada por um fungo, *Hemileia vastatrix*, afetou diretamente a produção dos cafezais do Sul e Leste da Ásia, dessa forma muitos produtores começaram a cultivar o *C. canephora* que tinha como característica resistência a doença e de acordo com Ferrão et al. (2007), no Congo em 1870 surgiu por meio de sementes o primeiro cultivo comercial de *C. canéfora*.

No Brasil, o Conilon foi introduzido no estado do Espírito Santo. O nome Conilon é derivado da palavra Kouillou, onde as letras K e U foram substituídas por C e N, respectivamente o U (FAZUOLI, 1986).

No Espírito Santo o plantio da espécie se expandiu nas últimas décadas, assim como na região norte brasileira, e também foi notada um aumento nas áreas de baixas altitudes perto do Espírito Santo, como no sul da Bahia e no vale do Rio Doce em Minas Gerais, Rondônia e Mato Grosso (MATIELLO, 1998).

O Brasil é o maior produtor e exportador mundial de cafés, exportou de janeiro a novembro de 2022, 36,4 milhões de sacas de 60 quilos, com produção nacional de 50,9 milhões de sacas beneficiadas e a área ocupada pela cultura foi de 2,24 milhões de hectares (CONAB, 2022). A cafeicultura brasileira nas últimas décadas tem gerado novas tecnologias, assim contribuindo para crescimento da cultura e ganhos expressivos em produtividade, com possibilidade de expansão para regiões não tradicionais com a cultura.

### **3.3 Irrigação**

O uso da irrigação na cultura permitiu aumento na produtividade, mesmo em regiões que a deficiência hídrica coincide com os estádios importantes como os fenológicos e produtivos (FERNANDES et al., 2000; GRENHO 2007), como também em regiões aptas ao cultivo (FARIA E SIQUEIRA, 2005; GOMES et al., 2007; SCALCO et al., 2011).

A cultura da cafeicultura expandiu, atualmente muitos cafés de extrema qualidade, são produzidos em regiões que eram consideradas marginais, devido ao extenso período de déficit hídrico (ROTONDANO, 2004).

As melhorias no manejo da cultura do café Conilon como: controle de ervas daninhas, adubações, podas, incremento de variedades com grande potencial produtivo e o

uso de tecnologias juntamente com irrigação eficiente, tem contribuído para o aumento da produtividade (BONOMO, 2014).

A irrigação eficiente na cafeicultura, além de ofertar água para suprir as necessidades hídricas da cultura, existe a possibilidade de aplicar o estresse hídrico controlado na época da seca no Cerrado, este manejo visa sincronizar o desenvolvimento dos botões florais, dessa forma uniformizando a floração para garantir colheita com maior porcentagem de grãos cereja, alta produtividade e conseqüentemente melhor qualidade do café (GUERRA et.al., 2005).

Com o desenvolvimento das novas cultivares, em sua grande maioria adaptadas ao sistema de cultivo em sequeiro e com condições edafoclimáticas particulares, viu-se necessário o estudo do desempenho fenotípico destas cultivares em sistema irrigado (GUERRA et al., 2005).

A espécie *C. canephora* tem maior tolerância à seca se comparado com a *Coffea arabica* L., foi observado em estudos com clones sob condições de déficit hídrico, resultando em seleção de plantas para um melhoramento genético (DAMATTA, 2004; RENA, 2001; PINHEIRO et al., 2004).

### **3.4 Café Conilon no Cerrado**

O café Conilon é uma planta perene, possui porte arbustivo, com caules lenhosos e pode atingir 5 m de altura em condições de clima quente e úmido, com folhas em formato elípticas, lanceoladas, com bordas bem onduladas e nervuras bem salientes. As flores são brancas, em grande número por inflorescência e por axila foliar. Os frutos apresentam formato e número variável conforme o material genético, de superfície lisa, com exocarpo fino (FAZUOLI, 1986).

A espécie é diploide e alógama, propagada por fecundação cruzada, em razão da autoincompatibilidade gametofítica (CONAGIN e MENDES, 1961). A polinização dessa espécie ocorre por anemofilia e entomofilia e a fecundação cruzada ocorre entre indivíduos geneticamente não relacionados.

O café Canéfora é originário das florestas tropicais úmidas de baixas altitudes e temperatura média do ar anual elevada, ela possui ampla distribuição geográfica atingindo regiões ocidental, central-tropical e subtropical do continente africano, em altitudes que variam desde o nível do mar até altitudes de 1.300 m, evidenciando a sua alta

adaptabilidade (CARVALHO, 1946; CHEVALIER, 1947; CHARRIER e BERTHAUD, 1985; COSTE, 1992; MONTAGNON et al., 1998).

O *C. canephora* no Brasil, geralmente, é cultivado em altitudes inferiores a 500 m de altitude, em regiões de clima quente. Existem poucas informações sobre o cultivo do *C. canéfora*, comparativamente com o Arábica, em regiões de altitudes acima de 700 m, tanto em regiões tradicionais e principalmente no Cerrado (PINHEIRO, 2018).

A irregularidade na distribuição das chuvas é um dos fatores determinantes para a produção agrícola nesse ambiente. A precipitação média anual fica entre 1.200 e 1.800 mm.

A precipitação média mensal apresenta uma grande estacionalidade, concentrando-se nos meses de primavera e verão (outubro a março), que é a estação chuvosa, quando podem ocorrer curtos períodos de seca, denominados de veranicos. A estação seca apresenta de 3 a 5 meses de duração, quando a umidade relativa do ar pode chegar a 15% (SETTE, 2004).

Para contornar os problemas com o balanço hídrico do Cerrado, tem-se usado como alternativa o sistema de produção irrigado, com uso recomendado para a cultura do café, evitando assim uma exploração de risco.

No cafeeiro é necessário que a aplicação de água seja realizada de maneira eficiente, com a missão de potencializar a produtividade e a qualidade do produto. Logo foi criada pela Embrapa Cerrados um instrumento denominado Programa de Monitoramento de Irrigação, disponibilizado na página eletrônica da Embrapa Cerrados, ele permite ao produtor determinar a lâmina líquida de água a ser aplicada em cada evento de irrigação (VEIGA, 2021).

Em trabalhos realizados por Machado et al., 2017; Brige et al., 2019; Aragão et al., 2020, avaliando o comportamento do cafeeiro no ambiente do Cerrado, levando em consideração o manejo da irrigação utilizado no Cerrado, o déficit hídrico pode causar prejuízos a cultura, sendo assim os programas de melhoramento genético tem explorado a identificação de genótipos com adaptados a esta condição.

De acordo com Fernandes et al. (2012), outro fator interessante que limita a produção de café Conilon no Cerrado são as baixas temperaturas do ar nas áreas de maior altitude. Contudo em virtude da grande diversidade genética do *C. canephora* (FONSECA et al., 2006), podem apresentar muitos mecanismos de tolerância a baixas temperaturas do ar (PARTELLI et al., 2010), viabilizando o cultivo desta espécie em muitas áreas de Cerrado (FERNANDES et al., 2012).



Os cafés da espécie Canéfora, quanto aos constituintes químicos dos grãos, apresentam maiores teores de sólidos solúveis e de cafeína em relação ao café Arábica (MORAES, 1973). O café Conilon apresenta maiores teores ácidos clorogênicos do que o café Arábica, o que pode contribuir na adstringência da bebida (SOUZA et al., 2013).

Para a qualidade de bebida, são desejados altos teores de sólidos solúveis, pois este é um parâmetro de qualidade que fornece “corpo” e sabor à bebida, além da garantia de altos rendimentos na produção de café solúvel e usado frequente em *blends* com café Arábica (SALA, 2018; MATIELLO, 1991).

Nesse contexto, o café Conilon mostra-se alternativa de exploração para produzir café com qualidade para uma bebida (100% conilon) ou melhorar os blends com arábica, agregando valor e gerando renda, em região com potencial para alcance de altas produtividades.

### **3.5 Composição química dos grãos de café**

O café possui múltiplos compostos químicos, que contribuem para a qualidade, pois eles derivam outros compostos durante a etapa da torrefação afetando diretamente o sabor, aroma e tonalidade da bebida. Os grãos de cafés podem ter mais de mil desses compostos, tais como carboidratos, lipídeos, compostos nitrogenados, vitaminas, minerais, alcaloides e compostos fenólicos (SPILLER, 1998; FLAMENT, 2001; FRANCA et al., 2005; BORÉM, 2008).

As características químicas sólidos solúveis e cafeína se destacam no café Conilon quando comparado ao café arábica. Sólidos solúveis podem chegar a 30,6% e cafeína 3,29% (AGUIAR et al., 2005) em Conilon e em Arábica os valores são, aproximadamente, 25% e 1,0% (SIVETZ et al., 1979). Entre os genótipos existem variações nos teores de cafeína, isso permite sucesso na seleção para teores inferior a 2% (CHARRIER; BERTHAUD, 1998).

Para Leroy (1993) o alto teor de sólidos solúveis exprime em uma bebida com mais corpo, isto se torna um parâmetro para a qualidade. Tais compostos não voláteis que geram corpo a bebida são de grande importância para a questão da qualidade (MENDONÇA et al., 2005).

Toda essa composição química dos grãos de café afeta diretamente a qualidade, sendo determinada, por fatores genéticos (espécies, variedades, linhagens), ecológicos

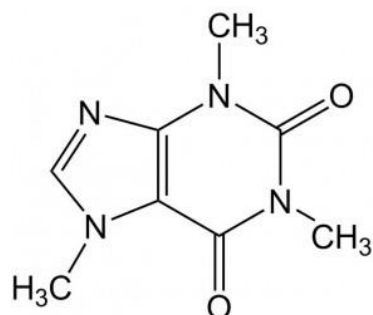
(diferentes condições ambientais onde é cultivado) e processamento (colheita, preparo, secagem e armazenamento (MENDONÇA et al., 2005; TEIXEIRA e TEIXEIRA, 2001).

Os açúcares são os principais sólidos solúveis que estão presentes no café (SMITH, 1985). É de extrema importância estes sólidos solúveis no café, devido ao rendimento industrial de café solúvel (MENDONÇA, PEREIRA; MENDES, 2005; ESKES; LEROY, 2009).

Garruti et al. (1962), estudaram o teor de sólidos solúveis e classificação de café Arábica e concluíram que não existe relação entre o teor de sólidos solúveis com qualidade da bebida. Barbosa et al. (2002) constataram que o teor de sólidos solúveis no grão de café de diferentes qualidades de bebida (estritamente mole, mole, apenas mole, dura, riada e rio) não se distinguiu significativamente e discordaram de Leroy (1993), quando descreve que o alto teor de sólidos solúveis é um parâmetro para qualidade de bebida.

A cafeína presente nos grãos de café contribui diretamente pelo elevado consumo da bebida (MAZZAFERA; SILVAROLLA, 2010). Farah et al. (2006); Franca, Mendonça e Oliveira (2005) verificaram relação entre maiores teores de cafeína em café Arábica de melhor qualidade, isto é, encontraram maior teor da substância nas amostras de mais alta qualidade.

A cafeína é um alcaloide do grupo das xantinas, de fórmula química  $C_8H_{10}N_4O_2$ , designado por 1,3,7- trimetilxantina. É inodora, altamente solúvel e colabora para o aroma e sabor da bebida de café com uma nota de amargor (BICCHI, 1995; ASHIHARA; CROZIER, 2001).



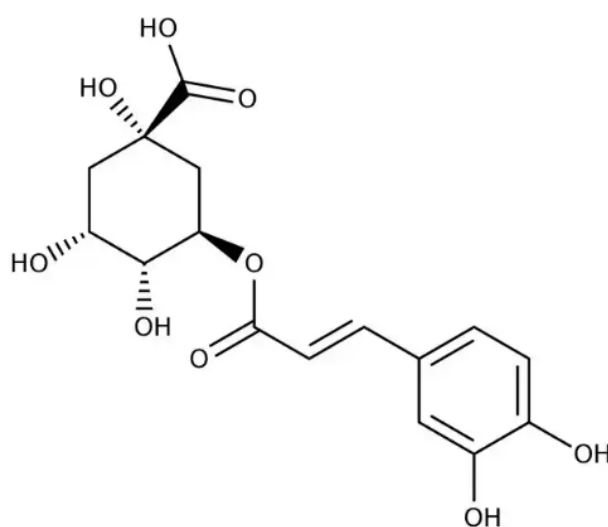
**Figura 1.** Estrutura molecular da cafeína.

A cafeína é caracterizada por sua ação antioxidante prevenindo o dano oxidativo, graças ao mecanismo de captação de radicais hidroxil, oxigênio singlete e doação de elétrons (LEE, 2000).

Os ácidos clorogênicos (ACGs) é um dos principais componentes da fração fenólica nos grãos de café cru, podem apresentar benefícios à saúde humana, não apenas pelo seu poder antioxidante, mas também pela sua ação como antes hepatoprotetores, hipoglicemiantes e antivirais (FARAH; DONANGELO, 2006).

Estes componentes fenólicos são amplamente distribuídos no reino vegetal, e compõem um conjunto heterogêneo de substâncias, aduzindo estruturas químicas moderadamente simples quanto estruturas de alta complexidade, como taninos e ligninas. E nos frutos do café contém um grande teor de componentes fenólicos, principalmente os ácidos clorogênicos (VIGNOLI et al., 2011).

Eles são formados, sobretudo, pela esterificação do ácido quínico com ácidos caféico, ferúlico e *p*-cumárico, e podem ser subdivididos em grupos com três isômeros cada um com base no número e identidade dos resíduos de acilação, como os ácidos cafeoilquínicos (isômeros 3, 4, 5); os ácidos dicafeoilquínicos (isômeros 3,4; 3,5; 4,5), ácidos feruloilquínicos (isômeros 3, 4, 5), ácidos *p*-cumaroilquínicos (isômeros 3, 4, 5), e os ácidos cafeoilferuloilquínicos (CLIFFORD, 1985). Entre os ACGs, o principal isômero encontrado no café é o ácido 5- cafeoilquínico (5- ACQ), para o qual se emprega o termo “clorogênico” (Figura 2) (ALMEIDA; BENASSI, 2011; DE MARIA; MOREIRA, 2004). Pimenta em 2003 ressalta que os ácidos clorogênicos proporcionam o sabor adstringente, e isto faz com que a qualidade do café diminua.



**Figura 2.** Estrutura molecular do Ácido 5-Cafeoilquínico (5-ACQ).

Durante a torração do café, proteínas dos grãos são quebradas, gerando atributos sensoriais de aroma e sabor, devido formando compostos aromáticos como aminas e carbonilas (SIVETZ; DESROISIER, 1979; SCHOLZ et al., 2011). Desta forma é de grande importância a presença de proteínas nos grãos de café cru para obtenção destes atributos após a torração, sendo assim cafés com maior percentual de proteína estão relacionados ao aumento da qualidade da bebida.

A sacarose é o açúcar com maior relevância, pois corresponde de 90% a 99% do açúcar total contido nos grãos de café Arábica e apenas 42% em Conilon (SALVA et al., 2015; ABRAHÃO, 2007). Em café Arábica o teor em matéria seca, varia entre 5,1 a 9,4%, no grão cru, em contrapartida em café Canéfora o teor fica entre 4 a 7% (KY et al., 2001; CAMPA et al., 2004).

Este componente é considerado uma referência importante na qualidade de bebida, pois atua como precursor do sabor e aroma característico da bebida, gerando várias substâncias como: furanos, aldeídos, ácidos carboxílicos que influenciam na qualidade final do produto (FERNANDES et al., 2012; FARAH et al., 2006).

No processo de torra dos grãos de café as moléculas de sacarose são decompostas nos açúcares redutores glicose e frutose que são responsáveis pela doçura e contribuindo na formação da cor, sabor e aroma característico do café torrado nas reações de Maillard (ALCÁZAR et al., 2005; FARAH et al., 2006).

Para Celestino et al. (2019), é um grande desafio no processo de torra a manutenção da maior quantidade de açúcares redutores no grão torrado. Para que exista maior doçura e aromas perceptíveis é desejável altos valores de sacarose nos grãos de cafés crus.

Os grãos de café da espécie *C. canephora* proporcionam atributos sensoriais e químicas distintos dos de café Arábica, apresentam cafés de bebida neutra, encorpada e com amargor acentuado. Devido a essa diferença do café Arábica, a Instrução Normativa nº 8 de 2003 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento estabeleceu que os cafés robusta sejam classificados quanto à bebida como excelente, boa, regular e anormal.

Uma única característica química como sólidos solúveis, cafeína, ácidos clorogênicos, proteína, sacarose não podem ser utilizadas isoladamente para descrever a qualidade de bebida, já que o café é uma bebida com múltiplos compostos químicos e atributos sensoriais (corpo, amargor, acidez, doçura, adstringência). Esse conjunto de atributos é que classifica a qualidade da bebida (AGUIAR et al., 2021)

Para obter qualidade de bebida é fundamental que as operações anteriores ao beneficiamento, tais como tipo de colheita, estádios de maturação, lavagem, secagem dos

grãos sejam feitas corretamente (CLIFFORD, 1985), para que sejam colhidos frutos maduros, secagem perfeita, evitando processo de fermentação indesejável que são prejudiciais para a qualidade de bebida (PIMENTA, 2003).

### **3.6 Geadas no cafeeiro**

O café Canéfora é originário de uma grande área que se estende da Guiné ao Congo, região predominantemente de baixas altitudes e temperaturas do ar mais elevadas (CONAGIN; MENDES, 1961). Temperaturas médias do ar anuais entre 22 °C e 26 °C são aptas para a cultura, médias anuais abaixo de 22 °C terá impedimento térmico (MATIELLO, 1991).

Camargo 1974, diz que o limite traçado pela isoterma de 17 °C de temperatura média do ar anual é o limite para o cultivo do cafeeiro, regiões com temperatura do ar abaixo são inaptas devido à ocorrência de geadas severas.

Isso confirma que temperaturas do ar baixas bem como as elevadas, podem afetar a cultura do café, e como agravante que favorece forte limitação climática é a seca e a geada (ROSISCA et al., 2015). Temperatura do ar abaixo de 0 °C contribui para um fenômeno meteorológico chamado geada (SAKAI & LARCHER 1987; KALMA et al., 1992; LAMBERS et al., 2008).

A geada pode formar cristais de gelo, que podem cobrir as plantas e o solo. Isso acontece, devido a umidade existente no ar ao invés de se condensar sob a forma líquida, ela passa diretamente do estado vapor ao de cristais de gelo, formando o orvalho congelado, em certas condições específicas, o ar mais seco e o vento muito frio, os efeitos da geada sobre os organismos podem ocorrer sem sintoma visível, este fenômeno é conhecido como geada negra (INOUE 2000; DEMARCHI & PIROLI 2015).

Ela tem o potencial de provocar danos econômicos a cultura, pois causam danos nas folhas e nos frutos no ano da ocorrência, também afetando as produções subsequentes (ANDROCIOLI-FILHO et al., 1986).

Camargo e Salati (1966) determinaram a temperatura do ar letal de folhagem de cafeeiro em noite de geada e tais estudos mostram que temperaturas do ar entre -3 °C e -4 °C são letais para o tecido foliar do café. E no trabalho de Franco (1960), mostrou que o tecido do ortótopico é ainda mais sensível a baixa temperatura do ar, sofre danos a com temperatura do ar de -2 °C, dano conhecido como “geada de canela”.

### **3.7 Melhoramento genético em (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner)**

O café Conilon durante sua trajetória obteve menor interesse relativo a pesquisas científicas se comparado ao café Arábica, devido a sua baixa importância comercial, pois só apenas em 1960 foi iniciada a sua exploração comercial no estado do Espírito Santo (FERRÃO, 2004). Com o passar do tempo o Conilon se tornou interessante ao ponto de grandes institutos como Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Rondônia) e Instituto Capixaba de Pesquisa Agropecuária (Incaper) lançarem diversas cultivares e clones com alta capacidade agrônômica.

Ferrão et al. (2007) e Medina Filho et al. (2008) confirmaram que o melhoramento de plantas tem sido compreendido como a ciência que visa manipular as plantas no caminho dos interesses sociais, ambientais e econômicos da sociedade, e tem como objetivo aumentar a rentabilidade da cultura com maior produtividade, qualidade e certamente diminuindo a quantidade do uso de insumos utilizados ou estabelecer modificações nas plantas que simplifiquem processos da produção no campo ou pós-colheita.

Os programas de melhoramento genético do café Conilon têm por objetivos principais: aumentar a produtividade, acelerar a precocidade, elevar a longevidade e uma maior estabilização de produção, obter plantas com frutos de peneiras maiores, baixo percentual de grãos moca, uniformidade de maturação, resistência a doenças e pragas, em alguns casos menores teores de cafeína, arquitetura apropriada para plantio adensado e colheita mecanizada, adaptabilidade a ambientes hostis, tolerância a seca (RODRIGUES et al., 2012).

Pesquisas relacionadas ao melhoramento genético do Conilon os principais métodos de melhoramento são a seleção clonal, hibridação as variedades sintéticas, e recentemente tem se utilizado as seleções recorrentes inter e intrapopulacional e a halodiploidização (FERRÃO, 2004).

Ferrão et al. (2000) assegura que é mais comum o desenvolvimento de variedades clonais, em função da taxa de autoincompatibilidade e à facilidade na obtenção de material para a propagação por clone.

Charrier e Berthaud (1988) sustentaram quão é importante conduzir o melhoramento via assexuado e sexuado de forma paralela, à medida que o processo assexuado leva ao estreitamento da base genética, o sexuado, por meio de recombinações

dos melhores materiais genéticos com genes favoráveis aos atributos de interesse propicia a recomposição da base genética.

O melhoramento via assexuado através de clones originam-se na avaliação fenotípica de “indivíduos” apontados como superiores em campos provenientes de polinização aberta e em seguida avaliações em ensaios comparativos, e avalia-se a compatibilidade genética entre os indicados para a formação de uma variedade clonal (ANDRADE NETO et al., 1995). A produtividade alcançada por variedades híbridas e sintéticas são inferiores as variedades clonais (CAPOT, 1977; DUBLIM, 1967; CHARRIER e BERTHAUD, 1988).

Porém Charmetant et al. (1990) garantiram ser possível emparelhar a produtividade de variedades híbridas e sintéticas a variedades clonais selecionados. Em *C. canephora* a hibridações intraespecíficas é favorecida pelo sistema de autoincompatibilidade, que é parcialmente simples a execução e o controle dos cruzamentos (BERTHAUD, 1978).

Fonseca (1999) declarou que devido à grande variabilidade presente, é habitual a identificação de genótipos superiores com atributos desejáveis, nas populações de polinizações abertas, muitas dessas seleções são atribuídas a cafeicultores que escolhem e classificam plantas matrizes de acordo com seus critérios e que sejam adequadas a cada região.

É necessário um amplo conhecimento das estruturas genéticas da espécie em estudo para formar uma estratégia racional de melhoramento genético, como a herdabilidade das características a ser melhorada, referência sobre a biologia reprodutiva, planejamento das autopolinizações e hibridações artificiais para executar as análises genéticas (CARVALHO, 1985; CARVALHO et al., 1991).

A fertilização natural cruzada é um fator limitante para a fixação de características de um determinado genótipo propagado sexualmente, apresentando nas populações naturais existente alta heterozigose, com grande variabilidade genética em quase todas as características de interesse (VOSSSEN, 1985; CARVALHO et al., 1991; FONSECA, 1996).

### **3.8 Parâmetros genéticos**

Um dos mecanismos de grande importância é a estimação de parâmetros genéticos, pois de fato possibilita conhecer a estrutura e o potencial genético da população em questão, assim contribuindo de forma técnica a seleção de indivíduos eficientes (RAMALHO; SANTOS; PINTO, 2000; VENCOVSKY, 1987), e Resende (2002) elencou

os principais parâmetros genéticos essenciais à aplicabilidade da genética quantitativa no melhoramento, e são eles: coeficientes de herdabilidade nos sentidos amplo e restrito, coeficientes de variação genética e relativa, ganho genético esperado com a seleção, repetibilidade, entre outros.

Um importante parâmetro que permite deduzir a variabilidade dentro de uma população em diferentes caracteres é o coeficiente de variação genética, isso permite confrontar os níveis de variabilidade genética presente em diferentes genótipos, ambientes e atributos (FERRÃO et al., 2008).

Fonseca (1999) estudou em um grupo de clones de café Conilon os coeficientes de determinação genotípicos. A herdabilidade ( $h^2$ ) estimada através das médias de tratamentos ficaram entre 72,84 e 94,17% e coeficiente de variação genético ( $CV_g$ ) superior ao ambiental ( $CV_e$ ) para a maioria dos atributos.

Como  $h^2$  é um parâmetro alusivo à confiabilidade com que o valor fenotípico representa o valor genotípico, indica que há condições favoráveis ao melhoramento para as características avaliadas. Porém, Rezende e Duarte (2007) admitem para que ocorram implicações a respeito da qualidade experimental, observar apenas o valor do parâmetro coeficiente de variação ambiental ( $CV_e$ ), é insuficiente. Ainda que apresente baixa influencia ambiental demonstrada por baixos  $CV_e$ , outros resultados estatísticos, que igualmente são motivados pela variância genotípica ( $\sigma^2_g$ ), como o coeficiente de variação genético ( $CV_g$ ) e a acurácia seletiva ( $f\hat{g}g$ ), são extraordinariamente significativos para que a implicação seja a mais precisa possível a respeito do valor genotípico da população em estudo, com base nas avaliações fenotípicas observadas.

No que concerne à acurácia seletiva, Resende e Duarte (2007) asseguram que para alcançar valores de estima ideais (90% ou mais), de acordo como é sugerido por Steel e Torrie (1980), com finalidade que estatisticamente a inferência seja segura, os valores de F calculados para os genótipos tem de ser maiores ou iguais a cinco. No cálculo de ganho por seleção, a genética quantitativa contribui de forma expressiva a possibilidade de estimar ganho alcançado com uma estratégia de seleção empregada no programa de melhoramento genético (BESPALHOK et al., 1999).

Para o trabalho do melhorista um dos parâmetros genéticos mais relevante na avaliação de um atributo métrico e na seleção dos indivíduos, visando à obtenção de ganhos genéticos, é a herdabilidade (AMABILE, 2013), tornando-se possível conduzir de forma mais competente e eficiente o programa de melhoramento, de maneira assertiva calculando



o sucesso da forma de seleção adotada para decidir com embasamento científico, as técnicas alternativas quem pode ser mais eficaz (CRUZ & REGAZZI, 2001).

Lush (1940) estimou a herdabilidade medindo o grau de correspondência e a definiu como sendo a proporção genética da variância fenotípica total.

Existe a possibilidade de estimar dois tipos de herdabilidade: no sentido amplo e no sentido restrito. No sentido amplo pode ser definida como a razão da variância genotípica ( $V_g$ ) pela variância fenotípica ( $V_p$ ), enquanto no sentido restrito, a razão da variância genética é aditiva. Isto representa a variância genética, ou melhor, variância genética aditiva acrescida à variância genética dominante e epistática, onde a conexão entre a  $V_g$  e  $V_p$  condiz a um coeficiente de regressão linear (bxy) (AMABILE, 2013, CITANDO ALLARD, 1999; FALCONER et al., 1996).

A herdabilidade no sentido amplo e no restrito, podem variar de 0 a 1. Em caso de  $h^2 = 0$ , a variabilidade do atributo não tem origem genética, não tendo correlação entre valor genético e o valor fenotípico do indivíduo ou família. Quando o  $h^2=1$ , mostra que as diferenças fenotípicas ocorrem absolutamente pelo genótipo, sem influência ambiental na característica (ALLARD, 1999). Considera-se valores de herdabilidade acima de 0,5 como altos, valores médios ficam entre 0,2 a 0,5 e valores abaixo de 0,2 são considerados como baixos (STANSFIELD, 1974).

Ela é uma estimativa que pode mudar, não é uma propriedade da característica, pode ser influenciada pela população, pelo ambiente que acerca os indivíduos ou familiar. As estimativas da herdabilidade sofrem interferências, por inúmeros fatores, sofre pelo efeito ambiental, tipo de propagação da espécie, o grau de endogamia e a diversidade da população por si só, pela unidade seletiva, tamanho da amostra avaliada, com a unidade experimental e, por último, pela precisão na condução do ensaio e coleta dos dados (BORÉM & MIRANDA, 2005).

Muitos trabalhos realizados acerca da herdabilidade para características em cafés, são relacionados ao *Coffea arabica* L., porém, poucos trabalhos em relação ao *C. canephora* conduzidos na África, utilizando genótipos de Conilon brasileiro (FERRÃO et al., 2008; MISTRO, 2013).

Leroy et al. (1994) obtiveram essas estimativas de herdabilidade, como: altura da planta, 0,37; diâmetro do caule, 0,24; número de ramos plagiotrópicos, 0,43; peso de grãos na primeira safra, 0,28; peso de grãos na segunda safra, 0,27; peso de grãos na terceira safra, 0,15; peso de grãos na quarta safra, 0,14; e peso de grãos acumulados, 0,38 e Montagnon et al. (1998) chegaram às seguintes estimativas 0,73, para peso de sementes;

0,80 para conteúdo de cafeína; 0,74 para conteúdo de gordura e 0,11, para conteúdo de sacarose nos grãos.

Ao comparar a estimativa da herdabilidade de uma mesma característica é necessária cautela, em razão da amostragem, repetição e tamanho da parcela, das diferenças populacionais e também ambientais, a estimação pode apresentar uma ampla diferença (VENCOVSKY, 1970).

Os mecanismos para determinação do coeficiente de herdabilidade é bastante trabalhoso em casos de plantas perenes, como é o caso do café, é indispensável cruzamentos controlados e estudos cingindo progênies, porém, para a determinação do coeficiente de repetibilidade no cafeeiro é habitual a sua utilização para algumas características de interesse agrônômicas, e tornando-se possível apenas para aquelas características que são possíveis de mais de uma avaliação em um mesmo indivíduo (FALCONER, 1987; CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2004; RESENDE, 2002).

Uma das principais contribuições da genética quantitativa é a predição dos ganhos através de uma estratégia de seleção. Assim, é possível guiar de maneira efetiva o melhoramento, assegurando o sucesso da seleção adotado com embasamento científico, por técnicas diferentes, que possam ter mais eficácia (CRUZ E REGAZZI, 2001).

Os ganhos genéticos acontecem de forma direta e indireta. O direcionamento utilizado pelo melhorista, que visa obter ganhos em um único caráter sobre o qual praticará a seleção, é a seleção direta, pois é a forma mais fácil e prática para obter ganhos à uma única característica (PAULA, 1997).

Nos programas de melhoramento a correlação visa avaliar por meio das correlações fenotípicas, genéticas e ambientais. O ambiente transfigura-se motivo de correlações quando dois caracteres são influenciados pelas mesmas variações nas situações ambientais. Nesse contexto, correlações com valores negativos apontam que o ambiente beneficia um caráter em causando perda em outro, ao mesmo tempo que valores positivos indicam que os dois caracteres são beneficiados ou prejudicados pelas mesmas causas de variações ambientais (CRUZ et al., 2004).

A correlação fenotípica pode ser mensurada a partir de dois caracteres em uma quantidade de número de indivíduos da população, ela tem causas genéticas e ambientais, todavia apenas as genéticas abrangem uma associação de natureza herdável, conseqüentemente podendo ser utilizada na orientação de programas de melhoramento. É imprescindível distinguir e quantificar o grau de associação genética e ambiental entre os caracteres (CRUZ; REGAZZI, 1997).

As correlações genéticas entre duas características manifestam à amplificação em que os mesmos genes afetam acometem a expressão das mesmas, mensura a probabilidade de duas características distintas serem afetadas pelos mesmos genes, sendo assim a pleiotropia a causa desta correlação (PEREIRA, 2008). E por fim, a correlação ambiental ocorre quando as características são influenciadas pelas mesmas variações ambientais (CRUZ; CARNEIRO, 2006).

Para Martins (2014), o coeficiente de correlação de Pearson afere a direção e o grau que varia entre  $-1$  a  $+1$ . Cujos valores próximos de  $-1$  e  $+1$  mostram forte correlação linear e próximos de zero menor força de relação existente. Dessa forma quando a correlação é positiva, ambos os valores das variáveis aumentam, e quando negativa, à medida que uma variável cresce as outras decrescem proporcionalmente, valores próximos a zero indicam ausência de correlação linear.

Callegari (2003) categorizou valores de coeficiente de correlação da seguinte forma:  $R=0$  não existe correlação,  $0 < r \leq 0,3$  existe fraca correlação linear,  $0,3 < r \leq 0,6$  existe moderada correlação linear,  $0,6 < r \leq 0,9$  existe forte correlação linear,  $0,9 < r < 1$  existe correlação linear muito forte,  $R=1$  existe correlação linear perfeita.

## 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. p. 33-98, 1987.

AGUIAR, A. T. E; FAZUOLI L. C; SALVA T. J. G; FAVARIN J. L. **Diversidade química de cafeeiros na espécie *Coffea Canephora***. *Bragantia*, Campinas, v.64, n.4, p.577-582, 2005.

AGUIAR, L. A de; CELESTINO. S. M. C; OLIVEIRA, L, de L. **Metodologia de análise descritiva quantitativa da bebida de café (*Coffea arabica* L.): aplicação no treinamento para análise sensorial**. Planaltina, DF/; Embrapa Cerrados. p. 49, 2021.

ALCÁZAR, A.; FERNANDEZ, P. L.; MARTIN, M. J.; PABLOS, F.; GONZÁLES A. G. **Ion chromatographic determination of some organic acids, chloride and phosphate in coffee and tea**. *Talanta*, Sevilha, v.61, n.2, p.95-101, 2003.

ALCÁZAR, A.; JURADO, J. M.; MARTÍN, M. J.; PABLOS, F.; GONZÁLEZ, A. G. **Enzymatic spectrophotometric determination of sucrose in coffee beans**. *Talanta*, Sevilha, v. 67, n. 4, p.760-766, 2005.

ALLARD, R. W. **Principles of plant breeding**. 2.ed. New York: John Wiley & Sons, p. 254, 1999.

ALMEIDA JÚNIOR, E. B., CHAVES, L. J., & SOARES, T. N. **Caracterização genética de uma coleção de germoplasma de cagaiteira, uma espécie nativa do cerrado**. *Bragantia*, v. 73 n. 3, p. 246-252, 2014.

ALMEIDA, M.; BENASSI, M. T. **Atividade antioxidante e estimativa do teor de melanoidinas em cafés torrados comerciais**. Seminário: Ciências Agrárias, Londrina, v.32 n. 1, p. 1893 – 1900, 2011.

ALONSO-SALCES, R. M.; SERRA, F.; RINIERO, F.; HÉBERGER, K. **Botanical and geographical characterization of green coffee (*Coffea arabica* and *Coffea canephora*): chemometric evaluation of phenolic and methylxanthine contents**. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 57, n. 10, p. 4224-4235, 2009.

AMABILE, R. F. **Caracterização molecular, morfoagronômica e de qualidade de grãos de genótipos elite de cevada irrigada no cerrado**. (Tese de doutorado em agronomia) – UnB- Universidade de Brasília, Brasília, p. 230, 2013.

AMARAL, A. L. D.; CARVALHO, F. I. F. D.; FEDERIZZI, L. C.; MITTELMANN, A.; PANDINI, F. **Estimativa de herdabilidade para os caracteres adaptativos ciclo e estatura de planta em aveia**. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.26, p.33-37, 1996.

ANDRADE NETO, A. P. M., BRAGANÇA, S. M., FONSECA, A. F. A. SARAIVA, J. S. T. **Varieties of coffee recommended for the state of Espírito Santo**. In: COSTA, E.B. (Ed.) Manual técnico para a cultura do café no estado do Espírito Santo. Vitória, ES: SEAG-ES, Pt. 3, p.15-18, 1995.

ANDROCIOLO-FILHO, A.; SIQUEIRA, R.; CARAMORI, P. H.; PAVAN, M. A.; SERA, T.; SODERHOLM, P. K. **Frost injury and performance of coffee at 23°S in Brazil**. *Exp. Agric.* 22: p.71-74, 1986.

ARAGÃO, O. O. da S.; OLIVEIRA-LONGATTI, S. M. de; CAPUTO, P. S. de C.; RUFINI, M.; CARVALHO, G. R.; CARVALHO, T. S. de; MOREIRA, F. M. de. **Microbiological indicators of soil quality are related to greater coffee yield in the Brazilian Cerrado region**. *Ecological Indicators*, v. 113, n. 106205, 2020.

ARRUDA, M. B.; PROENÇA, C. E. B.; RODRIGUES, S.; MARTINS, E. S.; MARTINS, R. C.; CAMPOS, R. N. **Ecorregiões, unidades de conservação e representatividade ecológica do bioma Cerrado**. In: SANO, M. S.; ALMEIDA, S. M.; RIBEIRO, J. F. (eds.). *Cerrado: ecologia e flora*. 1. Planaltina: Embrapa Cerrados, Cap. 8, p. 230-272, 2008.

ASHIHARA, H.; CROZIER, A. **Caffeine: a well known but little mentioned compound in plant science**. *Trends in Plant Science*, Amsterdam, v.6, n.9, p.407-413, 2001.

ASSAD, E. D. **Chuva nos Cerrados: análise e espacialização**. [Planaltina, DF]: EMBRAPA-CPAC; Brasília, DF: **EMBRAPA-SPI**, v. 423 p. 247 mapas, 216 tabelas, 1994.

BARBOSA, R. M.; SILVA, P. H. A.; REGAZZI, A. J. **Composição química de seis categorias da bebida café previamente classificada pelo teste da xícara.** Revista brasileira de armazenamento, Especial Café, v.4, p.45-51, 2002.

BERTHAUD, J. **L'hybridation interspécifique entre Coffea arábica et C. canephora.** Obtention et comparaison des hybrides triploides, arabusta et hexaploides. **Café Cacao Thé**, v.22, n.1, p.1-11, 1978.

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

BICCHI, C. P. **Characterization of green and roasted coffees through the chlorogenic acid fraction by HPLC/UV and principal component analysis.** Journal of Agricultural and Food Chemistry, Washington, v.43, n.6, p.1549-1555, 1995.

BIOMA Cerrado: subsídios para estudos e ações. Goiânia: Universidade Católica de Goiás, Instituto do Trópico Subúmido, (Contributions to the Savanna Study, 1). p. 16, 1991.

BORÉM, A.; MIRANDA, G. V. (Eds.). **Melhoramento de plantas.** 4. ed. Viçosa: UFV, p. 525b, 2005.

BORÉM, F. M.; CORADI, P. C.; OLIVEIRA, J. A.; SAATH, R. **Qualidade do café natural e despulpado após secagem em terreiro e com altas temperaturas.** **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.5, p.1609-1615, 2008.

BRIGE, F. A. A.; CELESTINO, S. M. C.; AMABILE, R. F.; FAGIOLI, M.; DELVICO, F. M. dos S.; MONTALVAO, A. P. L.; SALA, P. I. A. L. **Genetic variability in conilon coffee related to grain attributes in an irrigated crop in the Cerrado.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 54, e00358, 2019.

CALLEGARI-JACQUES. S. M. **Bioestatística Princípios e Explicações.** 2 Ed 1, p. 255, 2003.

CAMARGO. A. P.; SALATI, E. **Determinação da temperatura letal de folhagem de cafeeiro em noite de geada.** Nº14, 1966.

CAMARGO, A. P. Clima. In: **Cultura de café no Brasil. Manual de recomendações.** Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro do Café, p.20-35. 1974.

CAMPA, C.; DOULBEAU, S.; DUSSERT, S.; HAMON, S.; NOIROT, M. **Qualitative relationship between caffeine and chlorogenic acid contents among wild Coffea species.** Food Chemistry v. 93, p. 135–139, 2005.

CAPOT, J. **L'amélioration du caféier robusta em Côte d'Ivoire.** **Café Cacao Thé**, v.21, n.4, p.233-242, 1977.

CARVALHO, A. **Distribuição geográfica e classificação botânica do gênero Coffea com referência especial à espécie arábica.** Boletim da Superintendência dos Serviços do Café: p.174-180, 1946.

CARVALHO, A. **Principles and practice of coffee plant breeding for productivity and quality factors.** In: CLIFFORD, M.N., WILSON, K.C. (Eds) Coffee - botany, biochemistry and production of beans and beverage. London; Sidney: Croom Helm, p. 48-96, 1985.

CARVALHO, A., MEDINA FILHO, H. P., FAZUOLI, L. C., GUERREIRO FILHO, O., LIMA, M. N. A. **Aspectos genéticos do cafeeiro.** *Revista Brasileira de Genética.*, v.14, n.1, p.135-183, 1991.

CHARMETANT, P., LEROY, T., BONTEMS, S., DELSOL, E. **Évaluation d'hybrides de *Coffea canephora* produits em champs semenciers em Côte D'Ivoire.** *Café Cacao Thé*, v.34, n.4, p.257-264, 1990.

CHARRIER, A., BERTHAUD, J. **Principles and methods in coffee plant breeding: *Coffea canephora* Pierre.** In: CLARK, R.J., MACRAE, R. (Eds.) Coffee agronomy. London: Elsevier, v.6, Cap.5, p.167-195, 1988.

CHARRIER, A.; BERTHAUD, J. **Botanical classification of coffee.** In: CLIFFORD, M. N.; WILSON, K. C. (Eds.). Coffee: botany, biochemistry and production of beans and beverage. London: Croom Herm, Westport, Conn, 1985. p.167-195.

CHEVALIER, A. **Lés caféiers du globe** Fasc. III, Systématique des caféiers et fauxcaféiers: maladies et insectes nuisibles Paris: P Chevalier, 1947 356p

CLIFFORD, M. N. **Chemical and physical aspects of green coffee and coffee products.** In: CLIFFORD, M. N.; WILSON, K. C. Coffee Botany, Biochemistry and Production of Beans and Beverage. Beckenham (Kent): Croom helm, cap. 13, p. 305-374, 1985.

CLIFFORD, M. N. **The composition of green and roasted coffee beans.** *Process Biochemistry*, London, v. 2, n. 24, p. 20-23, 1975.

COCHRANE, T. T.; PORRAS, J. A.; HENÃO, M. del R. **The relative tendency of the Cerrados to be affected by veranicos: a provisional assessment.** In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 6, Savanas, 1982. Alimento e energia. EMBRAPA-CPAC. p. 229-242, 1988.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (Conab). **Acompanhamento da safra brasileira de café, safra 2022, quarta estimativa.** 2022. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/>>. Acesso em: 12 janeiro, 2023.

CONAGIN, C. H. T. M.; MENDES, A. J. T. **Pesquisas citológicas e genéticas em três espécies de *Coffea*: auto-incompatibilidade em *Coffea canephora* Pierre ex Froehner.** *Bragantia*, v. 20, p. 787-804, 1961.

CONCEIÇÃO, G. M. **Caracterização botânica e fitossociologia de uma área de Cerrado, no Maranhão, sob pastejo por bovinos** (Tese de doutorado). Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal. p. 17, 2012.

COSTE, R. *Coffea: the plant and the product.* London: Macmillan, p. 328, 1992.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2. ed. Viçosa: UFV, p. 390, 2001.

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

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Vol. 1, Viçosa: UFV, cap. 5. p. 171, 201., 2004.

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

DAMATTA, F. M. **Exploring drought tolerance in coffee: a physiological approach with some insights for plant breeding**. Brazilian Journal of Plant Physiology, v. 16, n. 1, p. 1-6, 2004.

DEMARCHI, J. C. & PIROLI, E. L. **Análise dos efeitos de geadas na cobertura vegetal do município de Cândido Mota – SP, Brasil, por meio de índices de vegetação**. Bol. Goia. Geogr. (Online), 35, p.554-573, (2015).

DUBLIN, P. **L'amélioration du caféier robusta en République Centrafricaine: dix années de sélection clonale**. Café Cacao Thé, v.11, n.2, p.101-138, 1967.

ESKES, A. B.; LEROY, T. **Coffee Selectio and Breeding**. In: WINTGENS, J. N. Coffee: growing, Processing, Sustainable Production. WILEY-VCH. 2 ed. Weimheim, Switzerland. Cap. 3, p. 983, 2009.

FALCONER, D. S. **Introdução à genética quantitativa**. Trad. De Martinho de Almeida e Silva e José Carlos Silva. 1ª. Ed. Viçõsa, UFV: Impr. Univ., p. 279, 1987.

FALCONER, D. S., MACKAY, T.F.C. **Introduction to quantitative genetics**. 4.ed. England: Longman, p. 463, 1996.

FALEIRO, F. G.; CRUZ, C. D.; CASTRO, C. de; 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, p. 1675-1680, 2002.

FARAH, A.; DONANGELO, C, M. **Phenolic compounds in coffee Braz**. Brazilian Journal of Plant Physiology, v18, n.1, 2006.

FARIA, R. T.; SIQUEIRA, R. **Produtividade do cafeeiro e cultivos intercalares sob diferentes regimes hídricos**. Bragantia, v. 64, p .583-590, 2005.

FASSIO, L. H.; SILVA, A. E. S. da. **Café Conilon. Importância Econômica e Social do Café Conilon**. Cap. 1, p. 34-49, 2017.

FAZUOLI, L. C. **Genética e melhoramento do cafeeiro**. In: RENA, A. B.; MALAVOLTA, E.; ROCHA, N.; YAMADA, J. (Eds). **Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade do cafeeiro**. p. 87-113, 1986.

FERNANDES, A. L. T.; PARTELLI, F. L.; BONOMO, R.; GOLYNSKI, A. **A moderna cafeicultura dos cerrados brasileiros**. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, n. 2, p. 231-240, 2012.

FERNANDES, A. L. T.; SANTINATO, R.; LESSI, R.; YAMADA, A.; SILVA, V. A. **Deficiência hídrica e uso de granulados em lavoura cafeeira irrigada por gotejamento**. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 4, p. 376-381, 2000.

FERRÃO, M. A. G.; FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A.; VERDIM FILHO, A. C.; VOLPI, P. S. **Origem, dispersão geográfica, taxonomia e diversidade genética de *Coffea canephora***. In: FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A.; BRAGANÇA, S. M.; FERRÃO, M. A. G.; DE MUNER, L. H. (Eds.). **Café conilon**. Vitória: Incaper, p. 66-91, 2007.

FERRÃO, R. G. FERRÃO, R. G. FONSECA, A. F. A. FERRÃO, M. A. G.; BRAGANÇA, S. M.; FERRÃO, L. M. V. EMCAPER 8151 – **Robusta tropical: variedade melhorada de café conilon de propagação por sementes para o estado do Espírito Santo**. In: Simpósio de pesquisa dos cafés do Brasil, 1. Poços de Caldas, 2000. Resumos expandidos. Brasília. Embrapa Café, 2000.

FERRÃO, R. G.; CRUZ, C. D.; FERREIRA, A.; CECON, P. R.; FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A.; CARNEIRO, P. C. S.; SILVA, M. F. **Parâmetros genéticos em café Conilon**. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.1, p.61-69, 2008.

FERRÃO, R. G. **Biometria aplicada ao melhoramento genético do café conilon**. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, p. 256, 2004.

FERRÃO, R. G.; CRUZ, C. D.; FERREIRA, A.; CECON, P. R.; FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A.; CARNEIRO, P. C. S.; SILVA, M. F. **Parâmetros genéticos em café conilon**. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, p. 61-69, jan. 2008.

FERRÃO, R.G.; FONSECA, A. F. A.; BRAGANÇA, S. M.; FERRÃO, G. M. A. G.; MUNER, L.H. **Café Conilon**. Vitória: Incaper, p. 702, 2007.

FLAMENT, I. **Coffee flavor chemistry**. Chichester: J. Wiley and Sons, 2001. 424p.

FONSECA, A. F. A.; SEDIYAMA, T.; CRUZ, C. D.; SAKAIYAMA, N. S.; FERRÃO, M. A. G.; FERRÃO, R. G.; BRAGANÇA, S. M. **Divergência genética em café conilon**. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.4. p. 599-605, 2006.

FONSECA, A. F. A. **Análises biométricas em café conilon (*Coffea canephora* Pierre)**. 1999.. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, p. 121, 1999.



FONSECA, A. F. A. **Propagação assexuada de *Coffea canephora* no Estado do Espírito Santo.** In: PAIVA, R. (Ed.). WORKSHOP SOBRE AVANÇOS NA PROPAGAÇÃO DE PLANTAS LENHOSAS. Lavras. Proceedings... Lavras: UFLA, p.31-34, 1996.

FRANCA, A. S.; OLIVEIRA, L. S.; MENDONÇA, J. C. F.; SILVA, X. A. **Physical and chemical attributes of defective crude and roasted coffee beans.** *Food Chemistry*, Washington, v. 90, n. 1, p. 89-94, 2005.

FRANCO, C. M. **Estrangulamento do caule do cafeeiro causado pelo frio.** *Bragantia*, Campinas, v. 19, p. 515-521, 1960.

GARRUTI, R. S.; TEXEIRA, C. G.; TOLEDO, OZ; JORGE, J. P. N. **Determinação de sólidos solúveis e qualidade de bebida em amostras de cafés dos portos brasileiros de exportação.** *Bragantia*, v.21, p.78-82,1962.

GOEDERT, W. J. **Potencial agrícola dos Cerrados.** In: SIMPÓSIO SOBRE O POTENCIAL AGRÍCOLA DOS CERRADOS, 1985, Goiânia. **Trabalhos apresentados.** Goiânia: EMGOPA/Campinas: Fundação Cargill, p.1-2, 1985.

GOMES, N. M.; LIMA, L. A.; CUSTÓDIO, A. P. **Crescimento vegetativo e produtividade do cafeeiro irrigado no Sul do Estado de Minas Gerais.** *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 11, p. 564-570, 2007.

GRENHO, A. I. S. **Influência do estresse hídrico na produtividade e qualidade de cinco genótipos de café.** p. 30, 2007. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade de Brasília, Brasília, DF.

GUERRA, A. F.; ROCHA, O. C.; RODRIGUES, G.C.; SANZONOWICZ, C.; SAMPAIO, J. B. R.; SILVA, H. C.; ARAÚJO, M. C. de. **Irrigação do Cafeeiro no Cerrado: estratégia de manejo de água para uniformização de florada.** Planaltina: Embrapa Cerrados, (Embrapa Cerrados. Comunicado técnico, 122), p.4 2005.

HARIDASAN, H. **Solos do Distrito Federal.** In: PINTO, M. N. (Ed.). **Cerrado.** 2. ed. Brasília, DF: Universidade de Brasília, p. 321-44, 1993.

KER, J. C.; PEREIRA, N. R.; CARVALHO JÚNIOR, W. de; CARVALHO FILHO, A. de. **Cerrado: solos, aptidão e potencialidade agrícola.** In: Simpósio sobre manejo e conservação do solo no cerrado, Goiânia, 1992. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, p. 1-31, 1992.

INOUE D.W. **The ecological and evolutionary significance of frost in the context of climate change.** *Ecology Letters* 3, p. 457–463, 2000.

LAMBERS, H., PONS, T. L. & CHAPIN, F.S. **Plant Physiological Ecology.** 2º edição. 2008.

LEE, C. **Antioxidant ability of caffeine and its metabolites based on the study of oxygen radical absorbing capacity and inhibition on LDL peroxidation.** *Clinica Chimica Acta*, v. 295, n. 1-2, p. 141-154, 2000.

LEROY, T., MONTAGNON, C., CILAS, C., CHARRIER, A., ESKES, A. B. **Reciprocal recurrent selection applied to *Coffea canephora* Pierre. II. Estimation of genetic parameters.** Euphytica, v.74, n. 1-2, p.121-128, 1994.

LOPES, A. S. **Solos sob “Cerrado”:** características, propriedades e manejo. Piracicaba: Instituto da Potassa & Fosfato: **Instituto Internacional da Potassa**, p 162, 1983.

LUSH, J. L. **Intra-sire correlations on regressions of offspring on dam as a method of estimating heritability of characteristics.** Journal of Animal Science, p. 293-301, 1940.

MACEDO, J. **Os solos da região dos Cerrados.** In: ALVARES V. V. H.; FONTES, L. E. F.; FONTES, M. P. F. (Eds.). **O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado.** Viçosa: SBCS/UFV, p.135-155, 1996.

MACHADO, C. M. S.; PIMENTEL, N. S.; GOLYNSK, A.; FERREIRA, A.; VIEIRA, H. D.; PARTELLI, F. L. **Genetic diversity among 16 genotypes of *Coffea arabica* in the Brazilian cerrado.** Genetics and Molecular Research, v. 16, n. 3, Oct. 2017.

MALAVOLTA, E.; KLIEMANN, H. J. **Desordens nutricionais no cerrado.** Piracicaba: **Potafos**, p.136, 1985.

MARTINS, M. E. G. **Coefficiente de correlação amostral.** Ciência Elementar, Campo Grande, Lisboa, v. 2, n. 2, p. 1-2, 2014.

MATIELLO, J. B. **Café conillon.** Rio de Janeiro: MAPA, SDR: PROCAFÉ, PNFC, MATIELLO, J. B. **Café conilon: como plantar, tratar, colher, preparar e vender.** Rio de Janeiro, RJ: p. 162, 1998.

MATIELLO, J. B. **O café: do cultivo ao consumo.** São Paulo: Globo, 319 p. 1991.

MAZZAFERA, P.; SILVAROLLA, M. B. **Caffeine content variation in single green arabica coffee seeds.** Seed Science Research, Wageningen, v.20, n.3, p.163-167, 2010.

MEDINA FILHO, H. P.; BORDGNON, R; CARVALHO, C. H. S. **Desenvolvimento de novas cultivares de café arábica.** In: CARVALHO, C. H. S. (Org.). **Cultivares de café: origem, características e recomendações.** Brasília: Embrapa Café, p. 79-102, 2008.

MENDES, M. R. A., MUNHOZ, C. B. R., SILVA JÚNIOR, M. C., CASTRO, A. A. J. F. **Vegetation and soil relationship in moist grassland in the National Park of Sete Cidades, Piauí, Brazil,** v 63, 971-984, 2012.

MENDONÇA, L. M. V. L.; PEREIRA, R. G. F. A.; MENDES, A. N. G. **Parâmetros bromatológicos de grãos crus e torrados de cultivares de café (*Coffea arabica* L.).** Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 25, n. 2, p. 239-243, 2005.

MISTRO, J. C. **Estimativas de parâmetros genéticos visando o melhoramento do café robusta (*Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner).** (Tese de Doutorado. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”) p. 152, 2013.

MONTAGNON, C.; GUYOT, B.; CILAS, C.; LEROY, T. **Genetic parameters of several biochemical compounds from green coffee, *Coffea canephora***. Plant Breeding, v.117, p.576-578, 1998.

MORAES, R. de M.; ANGELUCCI, E.; SHIROSE, I.; MEDINA, J.C. **Determinação de sólidos solúveis em cafés arábica e canephora**. Coletanea do Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas, v.5, p. 199-221, 1973/74.

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

OIC – **Organização Internacional do Café. Estatísticas do Comércio**. 2019. Disponível em: < [http://www.ico.org/pt/trade\\_statistics.asp?section=Estat%EDstica](http://www.ico.org/pt/trade_statistics.asp?section=Estat%EDstica) >. Acesso em: 10 setembro de 2022.

PARTELLI, F. L.; BATISTA-SANTOS, P.; SCOTTI-CAMPOS, P.; PAIS, I. P.; QUARTIN, V. L.; VIEIRA, H. D.; RAMALHO, J. C. **Characterization of the main lipid components of chloroplast membranes and cold induced changes in *Coffea* spp. Environmental and Experimental Botany**, v. 74, n. 1, p. 194-204, 2011.

PAULA, R. C. **Avaliação de diferentes critérios de seleção aplicados em melhoramento florestal**. 1997. 74 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1997.

PIMENTA, C. J. **Qualidade de Café**. Lavras: UFLA, 2003.

PINHEIRO, C. A. **Análises físico-químicas e avaliação da qualidade de *Coffea canephora* cultivados no Espírito Santo**. (Dissertação Mestrado em Agroquímica), Universidade Federal do Espírito Santo. p. 94, 2018.

PINHEIRO, H. A. DAMATTA, F. M.; CHAVES, A. R. M.; FONTES, E. P. B.; LOUREIRO, M. E. **Drought tolerance in relation to protection against oxidative stress in clones of *Coffea canephora* subjected to long-term drought**. Plant Science, v. 167, n. 6, p. 1307-1314, 2004.

RAMALHO, M.; SANTOS, J.B.; PINTO, C.B. **Genética na agropecuária**. 7. ed. São Paulo: Editora Globo, p.359, 2000.

RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S. B. de; CORRÊA, G. F. **Pedologia: base para distinção de ambientes**. 4.ed. Viçosa: NEPUT, p. 338, 2002.

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

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

RODRIGUES, W. N.; TOMAZ, M. A.; FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A.; MIRANDA, F. D. **Estimativa de parâmetros genéticos de grupos de clones de café conilon**. Coffe Science, v. 7, n. 2 p. 177-186, 2012.

ROSISCA, J. R.; NAGASHIMA, G. T.; MORAIS, G. H.; CARAMORI P. H.; OLIVEIRA, C. M. G.; ANDREAZI, E.; SILVA, M. A. A.; FONSECA, C. M. B.; SERA, T. **Danos foliares em genótipos de café expostos a temperaturas negativas.** (IX Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil) p.6 2015.

ROTONDANO, A. K. F. **Desenvolvimento vegetativo, produção e qualidade dos grãos do cafeeiro (*Coffea arábica* L.) sob diferentes lâminas de irrigação.** Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, p 60. 2004, (Dissertação Mestrado).

SALA, P. I. A. L. **Biometria e Composição Química de Genótipos do Café Conilon Irrigado no Cerrado do Planalto Central do Distrito Federal.** (Dissertação de Mestrado). Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, p. 65 2018.

SAKAI, A.; LARCHER, W. **Frost Survival in Plants.** Ecological Studies. Berlin: Springer-Verlag. 62, p. 317, 1987.

SCALCO, M. S.; ALVARENGA, L. A.; GUIMARÃES, R. J.; COLOMBO, A.; ASSIS, G. A. **Cultivo irrigado e não irrigado do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em plantio superadensado.** *Coffee Science*, v. 6, n. 3, p. 193-202, 2011.

SCHOLZ, M. B. S.; FIGUEREDO, V. R. G.; SILVA, J. V. N.; KTZBERGER, C. S. G. **Características físico-químicas de grãos verdes e torrados de cultivares de café (*Coffea arábica* L.) do lapar.** *Coffee Science*, v. 6, n. 3, P. 245 – 255, 2011.

SETTE, D. M. **Os climas do Cerrado do Centro-Oeste.** *Revista Brasileira de Climatologia*, v. 1, p. 29-42, 2004.

SIVETZ, M.; DESROISIER, N. W. **Coffee technology.** Westport: Avi, p. 716, 1979.

SMITH, R. F. **A History of Coffee.** In: CLIFFORD, M. N.; WILSON, K. C. **Coffee Botany, Biochemistry and Production of Beans and Beverage.** Beckenham (Kent): Croom helm, cap. 1, p. 1-12, 1985.

SOARES, L. V.; MELO, R., OLIVEIRA, W. S.; SOUZA, P. M.; SCHMIELE, M. **Brazilian Cerrado fruits and their potential use in bakery products.** In H. Lewis (Ed.), *Bread: Consumption, cultural significance and health effects*, v. 5, p. 125-160, 2017.

SOUSA, D. M. G. de; RITCHEY, K. D. **Acidez do solo e sua correção.** In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 6. Savanas, 1982. **Alimento e energia.** Planaltina, DF: EMBRAPA-CPAC, p. 15-32, 1988.

SOUZA, J. M. de; BONOMO, R.; MAGIERO, M.; BONOMO, D. Z. **Interrupção da irrigação e maturação dos frutos de café Conilon.** *Científica*. v.42, n 2, p170-177, 2014.

SOUZA, J. M.; BONOMO, R.; MAGIERO, M.; BONOMO, D. Z. **Interrupção da irrigação e maturação dos frutos de café conilon.** *Científica*, v. 42, n. 2, p. 170-177, 2014.

SPILLER, M. A. The chemical components of coffee. In: **Caffeine**. SPILLER, G. A. (Ed.) Boca Raton, CRC Press, p. 97-161, 1998.

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

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

KALMA, J. D., LAUGHLIN, G. P., CAPRIO, J. M. & HAMER, P. J. C. **Advances in Bioclimatology 2: The Bioclimatology of Frost Its Occurrence, Impact and Protection**. Springer-Verlag, 158, 1992.

TEIXEIRA, A. A.; TEIXEIRA, A. R. R. **Cuidados na colheita, secagem e armazenamento**. In: SEMINÁRIO SOBRE A QUALIDADE DOS CAFÉS DESCASCADOS, 1., 2001, Venda Nova do Imigrante, ES. **Palestras...** p.1-5. 2001.

VEIGA, A. D.; GUERRA, A. F.; BARTHOLO, G. F.; ROCHA, O. C.; RODRIGUES, G. C.; AMABILE, R. F.; CELESTINO, S. M. C. **Recomendações técnicas para o cultivo irrigado do café canéfora no Cerrado**. EMBRAPA, Brasília. p. 2-3, 2021, Circular técnica.

VENCOVSKY, R. **Alguns aspectos teóricos e aplicados a cruzamentos dialélicos de variedades**. 1970. p. 112, Tese (Livre Docente). Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba, SP. 1970.

VENCOVSKY, R. **Herança quantitativa**. In: PATERNIANI, E.; VIEGAS, G.P. (Ed.). **Melhoramento e produção de milho**. Campinas: Fundação Cargill, v. 1, cap. 5, p. 137- 214, 1987.

VIGNOLI, J.; BASSOLI, D.; BENASSI, M. **Antioxidant activity, polyphenols, caffeine and melanoidins in soluble coffee**: The influence of processing conditions and raw material. **Food Chemistry**, v. 124, n. 3, p. 863-868, 2011.

VOSSEN, H. A. M. **Coffee selection and breeding**. In: CLINFFORT, M.N., WILLSON, K.C. (Eds.) **Coffee - botany, biochemistry and production of beans and beverage**. London; Sidney: Croom Helm, Cap.3, p. 48-96, 1985.

XU, G.; HU, Q. P.; LIU, Y. **Antioxidant and DNA-Protective Activities of Chlorogenic Acid Isomers**. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 60, p. 11625. 2012.

## **CAPÍTULO I**

**ANÁLISE DOS COMPONENTES VEGETATIVOS E PRODUTIVOS DE  
GENÓTIPOS DE CAFÉ CONILON EM SISTEMA IRRIGADO DE PRODUÇÃO  
NO CERRADO**

**ANALYSIS OF THE VEGETATIVE AND PRODUCTIVE COMPONENTS OF  
CONILON COFFEE GENOTYPES IN AN IRRIGATE PRODUCTION SYSTEM  
IN THE CERRADO**

# ANÁLISE DOS COMPONENTES VEGETATIVOS E PRODUTIVOS DE GENÓTIPOS DE CAFÉ CONILON EM SISTEMA IRRIGADO DE PRODUÇÃO NO CERRADO

## RESUMO

O café Canéfora com grande diversidade genética e amplamente adaptado as condições edafoclimáticas tropicais de temperaturas elevadas, permite que esta espécie seja cultivada em áreas de Cerrado através do uso eficiente da irrigação, manejo adequado e tecnologias. O objetivo deste trabalho foi verificar o desempenho agrônomo da cultivar clonal Marilândia ES 8143, composta por doze genótipos, produzida pelo Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural, em sistema irrigado do Cerrado Central. A pesquisa foi realizada nas áreas experimentais da Embrapa Cerrados, a 1.050 m de altitude em sistema irrigado por pivô central, utilizando manejo com estresse hídrico controlado por cerca de 65 dias. O delineamento utilizado foi Blocos ao Acaso com três repetições, e cada parcela constituída por oito plantas. O plantio foi realizado em fevereiro de 2019, e nos anos 2021 e 2022 foram realizadas fenotipagens em nível de campo avaliando os caracteres: produtividade dos grãos e porcentagens de retenção em peneiras, altura de plantas, projeção da copa e número pares de ramos plagiotrópicos, e danos por geada por meio de escala de notas. O clone 5 foi destaque em valor médio nos dois anos avaliados para a produtividade de grãos. Número maior de Grãos Moca, foram observados para os clones 5, 6, 7, 8 e 9. Os clones 1 e 5 apresentaram valores médios para um bom desenvolvimento vegetativo. Os clones 5 e 12 não apresentaram sintomas visíveis para baixas temperaturas e efeitos da geada. Foram observadas diferenças altamente significativas entre os genótipos para todas as características morfoagronômicas avaliadas. Os altos valores de herdabilidade, coeficientes de variação genéticos e acurácia seletiva evidenciaram condição favorável à seleção dos clones para os caracteres agrônômicos analisados.

**Palavra chave:** *Coffea canephora* Pierre ex Froehner, geada, desempenho agrônomo, herdabilidade, acurácia.

# **ANALYSIS OF THE VEGETATIVE AND PRODUCTIVE COMPONENTS OF CONILON COFFEE GENOTYPES IN AN IRRIGATE PRODUCTION SYSTEM IN THE CERRADO**

## **ABSTRACT**

The *Coffea* coffee, with great genetic diversity and widely adapted to tropical edaphoclimatic conditions as high temperatures, allows this species to be cultivated in Cerrado areas through the efficient use of irrigation and adequate management of technologies. The objective of this work was to verify the agronomic performance of the cultivar Marilândia ES 8143 produced by the Capixaba Institute of Research, Technical Assistance and Rural Extension, in an irrigated system in the Central Savannas. The research was carried out in the experimental areas of Embrapa Cerrados, at 1.050 m altitude in a center pivot irrigated system, using controlled water stress for about 65 days. The experimental design used was randomized blocks with three replications, each plot consisting of eight plants. Planting was carried out in february 2019, and in the years 2021 and 2022, phenotyping was carried out at the field, evaluating the traits: grain yield, grain retention on sieves, plant height, canopy projection, number of plagiotropics branches, frost damage by rating scale. Clone 5 was highlighted in average in the two years evaluated for grain yield. Clones 5, 6, 7, 8 and 9 showing higher values than flat grains, in both years. Clones 1 and 5 showed average with good vegetative development. Clones 5 and 12 showed no visible symptoms for low temperatures and frost effects. High values of heritability, genetic variation coefficients and selection accuracy evidenced a favorable condition for the selection of clones for the analyzed agronomic traits.

**Key words:** *Coffea canephora* Pierre ex Froehner, frost, agronomic performance, heritability, accuracy.



## 1. INTRODUÇÃO

O cultivo da espécie *Coffea arabica* L. é predominante na maioria das regiões produtoras de café, entretanto em localidades de baixa altitudes e de temperaturas do ar altas, características existentes nos estados do Espírito Santo, Rondônia, Bahia a exploração dessas áreas para o cultivo com *Coffea canephora* Pierre ex Froehner está em expansão. Espécie originária do continente africano, das florestas úmidas, de baixas altitudes, que se estendem da costa oeste até a região central do continente, o café Canéfora tem ampla adaptação as condições edafoclimáticas tropicais de temperaturas do ar elevadas e altitudes abaixo de 500 metros (VEIGA et al., 2019).

Tendo em vista que o café Canéfora é tolerante a altas temperaturas do ar, existe grande diversidade genética e adaptabilidade, com uso eficiente da irrigação, adoção de manejo e tecnologias (ASSAD et al., 2004; FONSECA et al., 2006) permite que esta espécie seja cultivada no Cerrado.

As condições climáticas do Cerrado são favoráveis à época da colheita do café, o clima com baixa umidade do ar, evita o risco de fermentação no processo de pós colheita, o manejo da irrigação pode beneficiar a florada, deixando mais uniforme, impactando em uma maturação mais uniforme. Benefícios que acarretam em grãos de melhor qualidade, agregando valor ao produto (SOUZA, 1996; ROTONDANO et al., 2005; GUERRA et al., 2005; FERNANDES, 2012).

Diante dessas condições do Cerrado Central, é necessário que materiais genéticos e cultivares passem obrigatoriamente por análises vegetativas, reprodutivas e de interesse agrônomo para observar a adaptabilidade a altitude, clima e sistema produtivo empregado na região.

A aferição de parâmetros genéticos é um dos instrumentos de grande importância, possibilita conhecer a estrutura e o potencial do material genético em estudo, contribuindo tecnicamente a seleção de indivíduos eficientes (RAMALHO; SANTOS; PINTO, 2000; VENCOVSKY, 1987).

A herdabilidade ou coeficiente de determinação, comumente representada pelo símbolo  $h^2$ , retrata a proporção da variação fenotípica que é possível de ser herdada, isto é, quantifica a confiabilidade do valor fenotípico como indicador o valor genotípico. Consequentemente, demonstrando a proporção fenotípica que pode ser herdada (AMARAL et al., 1996; FALCONER et al., 1996).

O coeficiente de variação genético ( $CV_g$ ), possibilita compreender a magnanimidade da variabilidade genética presente nas populações e em diferentes caracteres (RESENDE et al., 2002) e além disso a harmonia do ganho em relação à média (FALEIRO et al., 2002).

Para Mistro (2013), a acurácia seletiva ( $\hat{r}_{gg}$ ), demonstra o grau de confiabilidade dos resultados na avaliação genética do caráter.

A correlação é outro parâmetro genético importante em programas de melhoramento genético, tem a funcionalidade de medir o grau de associação entre duas características ou uma medida da intensidade de variação conjunta entre essas duas características, sendo positiva ou negativa, a depender do aumento nas duas características ou acréscimo de uma ou diminuição de outra, mutuamente (STEEL & TORRIE, 1980).

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado na região de Cerrado do Planalto Central, em fevereiro 2019, na área experimental da Embrapa Cerrados, Planaltina - DF, com coordenadas geográficas Latitude: 15° 35' 30" S e Longitude: 47 °42' 30 " W. A área possui 1.050 m de altitude, com relevo plano, Latossolo Vermelho Escuro e textura argilosa com a seguinte composição de granulométrica: argila 500 g kg<sup>-1</sup>, areia 400 g kg<sup>-1</sup>; silte 100 g kg<sup>-1</sup>. Segundo a classificação de Köppen, o clima é do tipo Aw, tropical chuvoso de inverno seco, com média anual de precipitação de 1.200 mm e temperatura do ar de 22 °C.

Utilizou-se a cultivar clonal de café Canéfora Conilon nomeada Marilândia ES 8143 (FERRÃO et al., 2019), lançada pelo Incaper-ES no ano de 2017 para regiões de baixa altitude no estado. A cultivar é composta pelo agrupamento de 12 clones distintos compatíveis e classificados com maior tolerância à seca. O espaçamento utilizado foi de 3,50 x 0,5 m, perfazendo uma população de 5.556 plantas por hectare. As plantas foram conduzidas com dois ramos verticais (ortotrópicos), resultando em cerca de 11.112 hastes. Nas entrelinhas de plantio foi cultivado em forma de manejo a *Urochloa decumbens*, Bueno e Vilela (2002) recomendam a gramínea de origem africana, claramente adaptada ao Cerrado. Os dados coletados representam as safras 2020/21 e 2021/22.

O delineamento experimental utilizado foi Blocos ao Acaso com três repetições, sendo cada parcela constituída de oito plantas.

O sistema de irrigação utilizado foi pivô central, com critério de manejo da irrigação fundamentado no balanço hídrico do solo, a partir do Sistema de Monitoramento de Irrigação no Cerrado (ROCHA et al., 2006), hidro.cpac.embrapa.br, fornecendo a lâmina líquida necessária para o período, com intervalo de 5 dias quando se necessário o uso da irrigação.

No ano de plantio (2019) foram fornecidos 300 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e o 24,5 g de *fritted trace elements* (FTE BR 12<sup>®</sup>) por cova, de acordo com os níveis da análise de solo. Para coberturas no primeiro ano após plantio e formação das plantas (2020) não foi fornecido o P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, pois foi feita adubação de base no plantio. Para o fornecimento de nitrogênio e potássio em cobertura, foram utilizados 200 kg ha<sup>-1</sup> do nutriente, parcelados em quatro vezes a cada quarenta dias.

No segundo ano após plantio (2021) foram fornecidos 300 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> parcelados dois terços em setembro e um terço no mês de dezembro e 400 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio e potássio, parcelados em setembro, novembro, janeiro e março. Os micronutrientes foram fornecidos com 100 kg ha<sup>-1</sup> de FTE BR12, aplicados via cobertura em dezembro. Em 2022 o mesmo protocolo de adubação foi realizado.

Dois meses após o plantio foram realizadas desbrotas para selecionar dois ramos ortotrópicos, e regularmente foram feitas outras desbrotas para que seguissem apenas as duas hastes selecionadas. Em seu primeiro ano, foram feitas capinas próxima a linha de plantio para evitar a competição com plantas invasoras.

As variáveis avaliadas, em 2021 e 2022, foram:

Componentes de produção

(1) Rendimento de grãos: obtida de três plantas úteis por parcela, com umidade padronizada a 12%, medida café beneficiado por hectare (kg ha<sup>-1</sup>), obtida da média dos anos 2021 e 2022;

(2) Retenção em peneiras: após a colheita os frutos foram secos em terreiro até atingirem 12% de umidade e posteriormente beneficiados, foram 100g de cada parcela e logo classificados em um conjunto de 14 peneiras intercaladas, verificando o percentual de retenção de grãos Chato e grãos Moca. Os grãos retidos nas peneiras 19,18,17,16,15 e 14 correspondem aos grãos Chato e para os grãos Moca foram as peneiras de número 13, 12, 11, 10, 9 e 8.

Componentes de desenvolvimento vegetativo;

(3) Altura de plantas: medida, após a colheita, do colo plantas até a gema apical do caule (ramo ortotrópico), em cm;

(4) Projeção da copa: medida em metros a aproximadamente 1m do solo no sentido transversal à linha de plantio, em cm;

(5) Número de ramos plagiotrópicos: contagem de todos os ramos de produção em todas as faces da planta.

Realizou-se a análise de correlação simples entre as variáveis produtividade de grãos em kg ha<sup>-1</sup> (PG), altura de plantas (Altura, em cm), número de pares de plagiotrópicos (NPP) e projeção da copa (PC), em cm, com base no coeficiente de correlação de Pearson com o auxílio do programa estatístico R 3.6.3 (2020) ao nível de 5% de probabilidade.

Coeficiente de correlação de Pearson

$$r = \frac{1}{n-1} \sum \left( \frac{x_i - \bar{x}}{s_x} \right) \left( \frac{y_i - \bar{y}}{s_y} \right)$$

No ano de 2022 ocorreu geada na área experimental no dia 19/05/2022, causando injúria as folhas das plantas do experimento.

Foram feitas observações visuais no dia 20/05/2022, possibilitando a elaboração de uma escala de danos nas folhas, com pontuação que variaram de 0 a 3 de acordo com a Tabela 1.

**Tabela 1.** Escala de danos causado por geada nas folhas e nos frutos.

Escala de danos	Danos nas folhas
0	Sem danos nas folhas
1	Poucos danos nas bordas das folhas
2	Danos nas folhas e pouco desfolhamento
3	Danos na maioria das folhas e desfolhamento acentuado

Para avaliar e analisar os danos causados pela geada foi realizada o Teste de Kruskal Wallis a 5% de probabilidade, sobre as notas da escala de danos efetuada para cada os 12 genótipos nos três blocos.

Para análise dos dados agronômicos (reprodutivos e vegetativos) foram considerados como fonte de variação os clones e os anos, empregando o software estatístico GENES (CRUZ, 2013) e as médias agrupadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Para os dados de danos causado pela geada foi utilizado teste não

paramétrico Kruskal-Wallis, transformando valores numéricos em postos e agrupados em um só conjunto de dados com o auxílio do programa estatístico R 3.6.3 (2020).

Com o objetivo de avaliar a existência de variabilidade genética entre genótipos da Cultivar Marilândia ES 8143 e estimar parâmetros genéticos, foi realizada análise de variância conjunta com base na média das variáveis das parcelas em dois anos de produção.

Para analisar os parâmetros genéticos foi utilizado o programa GENES (CRUZ, 2013), realizada conforme o esquema de parcelas subdivididas no tempo, envolvendo as fontes de variações individuais (Genótipos e Anos) e sua interação. O modelo estatístico aplicado foi:

$$Y_{ijk} = m + P_i + B_j + E_{ij} + S_j + PS_{ij} + D_{ijk} = Y_{ijk}$$

Inicialmente foram realizadas as análise de variância (ANOVA) e teste F, conforme modelo matemático  $Y_{ijk} = m + P_i + B_j + E_{ij} + S_j + PS_{ij} + D_{ijk} = Y_{ijk}$  = valor fenotípico da  $Y_{ijk}$ -ésima observação;  $m$  = média geral;  $P_i$  = efeito do  $i$ -ésimo genótipo;  $B_j$  = efeito do  $j$ -ésimo bloco;  $E_{ij}$  é o resíduo (a) da parcela;  $S_j$  é o efeito do  $j$ -ésimo Ano;  $PS_{ij}$  é a interação entre o  $i$ -ésimo genótipo e o  $j$ -ésimo ano;  $D_{ijk}$  é o resíduo (b) da subparcela, e foram estimados os coeficientes de variação experimental ( $CV_e$ ), genético ( $CV_g$ ) e o coeficiente de correlação relativa ( $CV_r$ ), para cada atributo, com o auxílio do software GENES (CRUZ, 2013).

**Tabela 2.** Esquema da análise de variância e esperança de quadrados médios de um modelo em blocos ao acaso, em esquema de parcelas subdivididas, com efeito de genótipo fixo e de anos aleatório.

FV	GL	QM	E(QM)	F
Blocos	r-1	QMB	$\sigma_{\varepsilon b}^2 + a\sigma_{\varepsilon b}^2 + g\sigma_b^2$	
Genótipos (G)	g - 1	QMG	$\sigma_{\varepsilon b}^2 + a\sigma_{\varepsilon b}^2 + r \frac{g}{g-1} \sigma_{ga+ra\phi_g}^2$	$\frac{QMG + QME_b}{QMG + QME_a}$
Erro a	(r-1)(g-1)	QME <sub>a</sub>	$\sigma_{\varepsilon b}^2 + a\sigma_{\varepsilon a}^2$	
Anos (A)	a-1	QMA	$\sigma_{\varepsilon b}^2 + r\sigma_a^2$	QMA/QME <sub>a</sub>
Interação	(g-1)(a-1)	QMGA	$\sigma_{\varepsilon b}^2 + r \frac{g}{g-1} \sigma_{ga}^2$	QMGA/QME <sub>b</sub>
Erro b	g(a-1)(r-1)	QME <sub>b</sub>	$\sigma_{\varepsilon b}^2$	
Total	gar-1			

Em que:

$$\Phi_g = \frac{QMG + QME_b - QME_a - QMGA}{ra} \text{ (Componente da variância associado ao genótipo);}$$

$$\sigma_a^2 = \frac{QMA - QME_a}{rg} \text{ (Componente da variância associado ao ano);}$$

$$\sigma_{ga}^2 = \frac{QMGA - QME_b}{r} \cdot \frac{g-1}{g} \text{ (Componente da variância associado à interação).}$$

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias agrupadas entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Foi estimado a variabilidade genotípica através do componente quadrático  $\hat{\Phi}_g$  que expressa a variabilidade genotípica entre as médias dos genótipos.

Análise de variância conjunta

$$\hat{\Phi}_g = \frac{QMG + QME_b - QME_a - QMGA}{ra}$$

O coeficiente de determinação genotípica foi calculado pela relação entre o componente quadrático e a variância fenotípica. O resultado foi expresso em porcentagem (%), realizando a multiplicação pelo fator de conversão 100.

Análise de variância conjunta

$$H^2 = \frac{\hat{\Phi}_g}{\left(\frac{QMG}{ar}\right)}$$

O coeficiente de variação genética foi estimado através da média geral da característica avaliada.

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

O coeficiente de variação experimental da parcela (genótipos) foi oferecido por:

$$CV_e = \left(100 \cdot \sqrt{QME_a}\right) / \mu$$

O coeficiente de variação experimental da subparcela (anos) foi determinado por:

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

O índice de variação foi obtido pela relação entre o coeficiente de variação genética e o coeficiente de variação experimental, indicando em CV<sub>r</sub>.

$$\frac{CV_g}{CV} = \sqrt{\frac{\hat{\phi}_g}{\hat{\sigma}_e^2}}$$

O índice de herdabilidade da parcela (Genótipos) foi dado por;

$$H^2 = \frac{\sigma_a^2}{\sigma_p^2}$$

Índice de acurácia seletiva foi calculado utilizando a formula:

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

A partir dos valores genotípicos preditos, os ganhos com a seleção foram estimados por meio da expressão:

$$GS = h^2 \times ds$$

GS = ganho de seleção

$h^2$  = coeficiente de herdabilidade

ds = diferencial de seleção

A seleção foi baseada na média geral ( $M_o$ ) e na média de cada clone dos anos de 2021 e 2022 para cada variável, assim, os clones foram selecionados com média para ganho de seleção positivo e quando necessário negativo. Calculou-se a média dos clones selecionados ( $M_s$ ).

Diferencial de seleção (ds), foi dado por:

$$ds = M_s - M_o$$

(M<sub>s</sub>) = média dos clones selecionados

(M<sub>o</sub>) = média geral

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Entre os 12 genótipos que compõem a Cultivar Marilândia ES 8143, foi verificado uma gama de variabilidade para as variáveis resposta de desempenho agrônomico e qualidade para viabilizar a seleção de genótipos superiores, com o auxílio da análise de variância, realizada conforme o esquema de parcelas subdivididas no tempo, sendo a fonte de variação da parcela (Genótipos) foi considerada fixa, enquanto o efeito da subparcela (Anos) foi considerado aleatório.

A Tabela 3 mostra as análises de variância dos dados obtidos em 2021 e 2022. Pelo resultado da análise verificou-se que houve diferenças significativas entre os clones para as características: altura de plantas, número de pares de plagiotrópicos (NPP), projeção da copa (PC) e produtividade de grãos (PG).

**Tabela 3.** Resumo da análise de variância, com quadrados médios, das variáveis produtividade de grãos em kg ha<sup>-1</sup> (PG), altura de plantas (Altura, em cm), número de pares de plagiotrópicos (NPP) e projeção da copa (PC), em cm, nos anos de 2021 e 2022. Embrapa Cerrados, Planaltina, Distrito Federal.

FV	G.L.	PG	Altura	NPP	PC
Genótipos	11	7.222.744,3***	1.532,4 ***	110,78***	299,5***
Bloco	2	394.994,5 n.s.	317,4 **	59,01***	18,1 n.s.
Erro a	22	302.464,1 n.s.	53,1 n.s.	3,83 n.s.	25,1 n.s.
Anos	1	24.766.722,0***	30.752,0 n.s.	1.901,39***	3.669,4***
Genótipos x Anos	11	2424448,6***	152 n.s.	31,69***	70,8*
Erro b	24	215321,1 n.s.	22,2 n.s.	6,21 n.s.	30,9 n.s.
CV Genótipos %		21,8	4,7	4,4	7,2
CV Anos %		18,5	3,0	5,6	8,0

\*\*\*, \*\* e \* Significativo a 0,1%, 1% e 5% de probabilidade pelo teste F. GL, graus de liberdade, respectivamente. n.s. Não significativo. CV, coeficiente de variação.



As análises de variância evidenciaram diferenças ( $P < 0,1\%$ ,  $1\%$  e  $5\%$ ) altamente significativas no teste F para Genótipos, em todas as variáveis respostas avaliadas, assim como Fonseca (1999) avaliando os genótipos de café Canéfora.

A significância destas características indica que os genótipos são heterogêneos e afirmando que é de grande relevância que os clones constituintes da variedade clonal, apesar de compartilharem características fenotípicas semelhantes como arquitetura, época e uniformidade de maturação dos frutos, entre outras, sejam geneticamente distintos para proporcionar maior estabilidade da cultivar como um todo. Assim, também foi descrito por Bonomo, em 2002, que a existência de variabilidade genética na população é condição básica para qualquer programa de melhoramento, permite a seleção de genótipos superiores, podendo incrementar uma frequência de genes favoráveis.

Os coeficientes de variação para os clones oscilaram de 4,4 a 21,8% e para anos, de 3,0 a 18,5%, resultados semelhantes foram encontrados por (FONSECA; 1999, MENDES; 1999, FERRÃO et al., 2008 e WAGNER, 2010). Wagner (2010), discorreu que o CV alto pode ser decorrente do tamanho do experimento, estresse bióticos e abióticos exercendo pressão sob a cultura em seu longo ciclo, respostas diferenciadas dos genótipos as diferentes condições de temperatura do ar e disponibilidade hídrica, e o efeito da incidência de pragas, vento e tratos culturais.

Para fonte de variação ano, existem diferenças significativas para as características avaliadas NPP, PC e PG, exceto para Altura. Isso evidencia que os clones tiveram comportamentos distintos entre os anos e são indicativos favoráveis para o programa de melhoramento, tornando possível a seleção de genótipos superiores, para as características de maior interesse

A interação Clones x Anos foi significativa, em NPP, PC e PG revelando diferença temporal nos comportamentos dos clones, demonstrando a importância de avaliar os genótipos por vários anos. Os trabalhos de repetibilidade de Fonseca (1999) e Ferrão (2004), estudando clones de café Conilon, indicam um mínimo de quatro colheitas para a obtenção de uma boa precisão. Para o ensaio utilizado no trabalho os dados em sequência estão sendo coletados afim de agrupar quatro colheitas significativas.

Na Tabela 4 são apresentadas as médias das características vegetativas e produtividade de grãos (PG), em 2021 e 2022.

**Tabela 4.** As variáveis produtividade de grãos (PG, em kg ha<sup>-1</sup>), altura de plantas (Altura, cm), número de pares de plagiótrópicos (NPP, números) e projeção da copa (PC, em cm) em plantas de café Conilon, Cultivar Marilândia ES 8143 a partir de 2 anos de idade, nos anos de 2021 e 2022. Embrapa Cerrados, Planaltina, Distrito Federal.

Clones	PG kg ha <sup>-1</sup> 2021	PG kg ha <sup>-1</sup> 2022	Altura (cm) 2021	Altura (cm) 2022	NPP 2021	NPP 2022	PC (cm) 2021	PC (cm) 2022
1	1.545,1 cB	2.874,0 bA	145,0 aB	197,6 aA	42 aB	53 bA	67,0 aB	91,6 aA
2	1.561,3 cB	3.463,4 bA	135,8 bB	187,6 bA	42 aB	48 cA	61,0 aA	65,0 cA
3	538,9 dB	1.700,9 cA	128,1 bB	153,6 eA	41 aB	56 aA	57,3 bB	75,3 bA
4	3.966,5 aA	3.777,6 bA	119,0 cB	167,5 dA	36 bB	51 bA	64,0 aB	80,0 aA
5	2.927,0 bB	7.102,6 aA	153,5 aB	200,6 aA	41 aB	53 bA	72,6 aB	85,6 aA
6	1.484,4 cB	3.691,4 bA	134,2 bB	187,6 bA	41 aB	57 aA	63,3 aB	81,6 aA
7	2.695,4 bA	3.295,1 bA	134,3 bB	178,0 cA	35 bB	47 cA	64,6 aA	70,6 bA
8	2.108,6 bA	2.714,8 bA	132,3 bB	168,0 dA	32 bB	44 cA	62,6 aB	87,6 aA
9	841,2 dA	1.397,9 cA	124,3 cB	148,6 eA	43 aA	44 cA	54,3 bB	65,0 cA
10	2.448,8 bA	1.876,7 cA	134,0 bB	173,0 cA	41 aB	46 cA	63,6 aB	80,6 aA
11	1.436,9 cA	1.811,1 cA	103,3 dB	136,6 fA	32 bB	38 dA	51,0 bB	63,3 cA
12	1.559,6 cB	3.486,1 bA	144,0 aB	184,8 bA	41 aB	53 bA	66,3 aA	72,6 bA
Média	1.926,1	3.099,3	132,3	173,6	38,9	49,1	62,3	76,5

\*Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott Knott a 5% probabilidade, para cada variável resposta.

Em termos de produtividade (Tabela 4), o clone 4 com 3.966,5 kg ha<sup>-1</sup> se destacou como superior aos demais em 2021, tal clone foi destaque nos campos experimentais do Incaper no ano de 2017, com produtividade média de 5.825 kg ha<sup>-1</sup>. Neste presente trabalho formou-se um segundo grupo contendo os clones 5, 7, 8 e 10. Um terceiro também foi criado composto pelos clones 2, 6, 11 e 12. Por sua vez os menos produtivos foram os clones 3 e 9, com valores de 538,9 e 841,2 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

É importante ressaltar que em 2021, os clones que atingiram as maiores alturas, não foram os mais produtivos, onde os clones 1, 5 e 12 produziram 1.545,1 kg ha<sup>-1</sup>, 2.927,0 kg ha<sup>-1</sup> e 1.559,6 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

No ano de 2022 o genótipo 4, o qual no ano anterior obteve a maior média de produtividade, deixou de ser o mais produtivo, concedendo lugar para o clone 5 com produtividade de 7.102,6 kg ha<sup>-1</sup>, número de produtividade superior ao clone 5 cultivado

nos campos experimentais do Incaper obteve produtividade média de 4.266 kg ha<sup>-1</sup> no ano de 2017 (FERRÃO, et al., 2018).

Em 2022 a CONAB emitiu o Boletim de Acompanhamento da Safra Brasileira de Café do ano de 2022, os dados mostraram que houveram aumento de 7,9% na produtividade nacional em relação à safra 2021, atingindo produtividade média nacional de 2.808,0 kg ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2022), 10,45% inferior à média de produtividade do ano de 2022 da Cultivar Marilândia ES 8143 obtida neste trabalho, que foi de 3.099,3 kg ha<sup>-1</sup>.

No ano de 2017 Ferrão et al. (2019) com a Cultivar Marilândia ES 8143 em condições normais de precipitação e com irrigação suplementar, obtiveram produtividade média de 4.858,8 kg ha<sup>-1</sup> nos campos experimentais, resultado superior aos que foram encontrados neste experimento.

Estudo feito por Ferrão et al. (2019) no processo de obtenção da Cultivar Marilândia ES 8143, foram analisados os resultados de experimentos dos anos de 2011 a 2013, considerados anos com precipitação, distribuição de chuvas e temperaturas do ar normais e incremento de irrigação, comparando com os resultados de 2014 a 2016, anos com condições climáticas desfavoráveis para a cultura, condição de intensa seca, foi possível identificar clones tolerantes a seca (FERRÃO et al., 2019). Com base no conjunto dos resultados obtidos através das observações de campo e de laboratório, foram selecionados os doze clones superiores, formando a cultivar.

Os clones 4 e 10 da safra de 2022, sofreram redução na produtividade em relação à safra de 2021, e não se diferenciaram estatisticamente. O clone 5 se diferenciou estatisticamente em relação aos anos e obteve a segunda maior produtividade em 2021. Tal clone foi o mais produtivo em 2022, com média de 7.102,68 kg ha<sup>-1</sup>, média 5 vezes maior que do clone 9, detentor da menor média entre os 12. O clone 7 em relação aos anos, não se diferenciou estatisticamente assim como os clones 8, 9, 10 e 11.

Para a variável resposta altura de plantas no ano de 2021 o clone 1, clone 5 e 12 foram os presentes no grupo superior, no ano seguinte, apenas o clone 1 e 5 se destacaram dos demais e tiveram alturas medianas de 197,6 cm e 200,6 cm, respectivamente. Houveram mudanças no ranqueamento e ocorreram formações de outros agrupamentos no ano de 2022, o clone 12 devido a sua média fez parte do grupo secundário. O genótipo 11 obteve as menores médias nos dois anos de análise, de forma significativa.

Comparando os clones em relação aos anos na variável Altura, todos tiveram crescimento e se diferenciaram estatisticamente e em destaque o clone 5 que foi o mais alto nos dois anos e o mais produtivo em 2022.

Ao avaliar o número de pares de plagiotrópicos (NPP) em 2021, os clones 1, 2, 3, 5, 6, 9, 10 e 12 formaram um grupo superior. Os clones 4, 7, 8 e 11 obtiveram as menores médias com 36, 35, 32 e 32 NPP, respectivamente. No ano de 2022 (Tabela 4), apenas os clones 3 e 6 se destacaram com médias superiores de 56 e 57 NPP, concomitantemente.

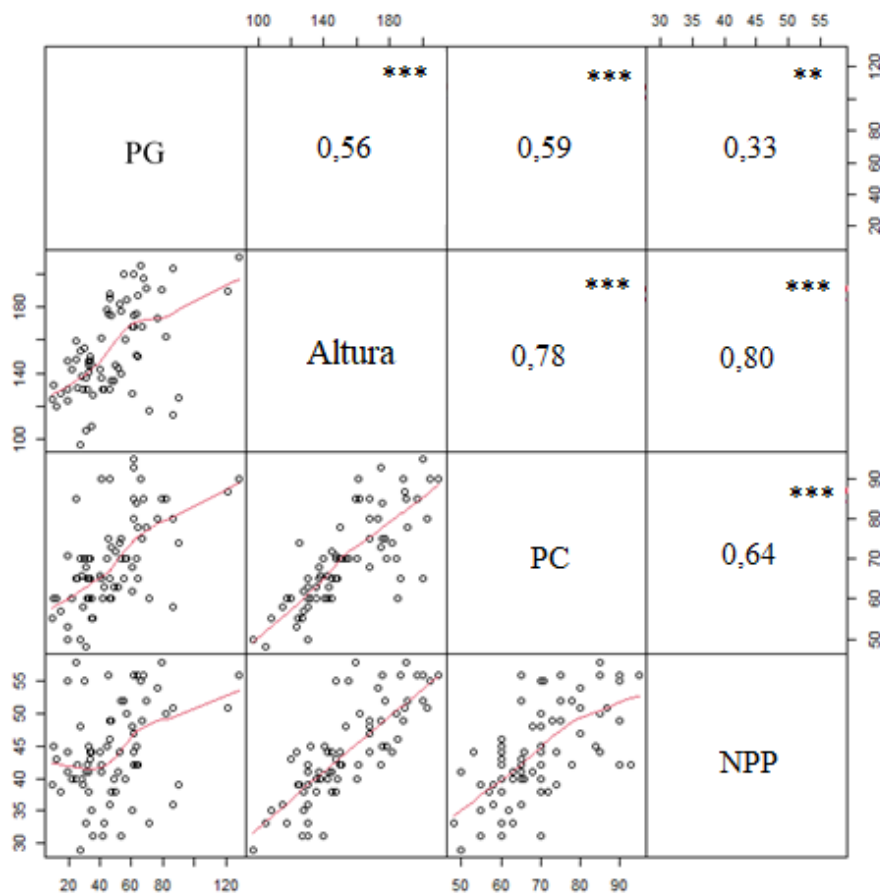
Pelos resultados analisados no ano de 2021 (Tabela 4), para característica vegetativa NPP, as maiores médias, não garantiram maiores produtividades. Visto pelos clones 9 e 3, que são clones constituintes do agrupamento com as maiores médias de NPP, não tiveram as maiores médias em produtividade. Bem como em 2022 o clone 5 que não possuía a maior média de NPP obteve a maior produtividade.

Comparando os clones em relação aos anos e analisando a variável NPP, apenas para o clone 9 as médias foram estatisticamente iguais.

Na Tabela 4, é possível identificar a formação de apenas dois grupos para característica projeção da copa em 2021, onde o grupo superior com as maiores médias foram formados pelos genótipos (1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 10 e 12). Em 2022 os clones que se destacaram foram 1, 4, 5, 6, 8 e 10, constituintes do grupo com as maiores médias do ano anterior. Para a variável PC, foi possível identificar que clone o 2, em relação aos anos, apresentou-se estaticamente igual, assim como os clones 7 e 12.

Foi examinado a dispersão entre as variáveis PG, Altura, PC e NPP onde todas as correlações foram significativas. A PG obteve valores significativos entre  $0,3 < r \leq 0,6$  que corresponde a correlação linear moderada e maior valor foi com a PC. As maiores correlações lineares foram de Altura com PC e NPP, valor de 0,78 e 0,80, respectivamente (Figura 3).

**Figura 3.** Estimativas dos coeficientes de Pearson entre as variáveis produtividade de grãos (PG, em  $\text{kg ha}^{-1}$ ), altura de plantas (Altura, cm), projeção da copa (PC, em cm) e número de pares de plagiotrópicos (NPP, números) em plantas de café Conilon, Cultivar Marilândia ES 8143 a partir de 2 anos de idade, nos anos de 2021 e 2022, sob irrigação. Embrapa Cerrados, Planaltina, Distrito Federal.



\*\*\*, \*\*, \* e · Significativo a 0,1%, 1%, 5% e 10% de probabilidade para o teste de correlação, respectivamente.

A Tabela 5, mostra a análise de variância dos dados obtidos em 2021 e 2022, para características reprodutivas complementares. Pelo resultado da análise verifica-se que houve diferenças significativas entre os clones para as características: grãos chatos que foram retidos nas peneiras de crivos circulares de numeração 14 a 19 e grãos moca de crivos oblongos de 8 a 13 pelo teste F.

**Tabela 5.** Resumo da análise de variância, com quadrados médios, das variáveis Grãos Chato e Grãos Moca para clones da Cultivar Marilândia ES 8143. Embrapa Cerrados, Planaltina, Distrito Federal.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>Grãos Chato</b>	<b>Grãos Moca</b>
Genótipos	11	1.185,09 ***	1.236,14 ***
Bloco	2	52,95 <sup>ns.</sup>	26,01 <sup>ns.</sup>
Erro a	22	15,18	10,10
Ano	1	138,61*	27,63 <sup>ns.</sup>
Genótipo x Anos	11	98,94**	73,77 ***
Erro b	24	26,09	14,24
CV1%		8,71	6,32
CV2%		11,35	7,50

\*\*\*, \*\*, \* Significativo a 0,1%, 1% e 5% de probabilidade pelo teste F. GL, graus de liberdade, respectivamente. <sup>ns.</sup> não significativo. CV, coeficiente de variação.

A análise de variância mostra que as fontes de variação apresentaram diferenças significativas de acordo com o teste F a 0,1%, 1% e 5% de probabilidade para peneiras de Grãos Chato e peneiras de Grãos Moca. Este resultado indica a presença de variabilidade genética entre os clones em relação aos tipos peneiras, existindo interação com os anos.

**Tabela 6.** São apresentados as médias em (%) para as características de Grãos Chato e Grãos Moca avaliados após colheita dos frutos, em plantas de café Conilon, Cultivar Marilândia ES 8143 a partir de 2 anos de idade, nos anos de 2021 e 2022, sob irrigação. Embrapa Cerrados, Planaltina, Distrito Federal.

Clones	Grãos Chato (%) (2021)	Grãos Chato (%) (2022)	Grãos Moca (%) (2021)	Grãos Moca (%) (2022)
1	45,2 cA	51,4 bA	41,3 cA	44,2 dA
2	70,6 aA	70,0 aA	27,9 dA	29,4 eA
3	41,4 dA	34,0 dA	44,2 bB	54,7 cA
4	49,5 cB	59,5 aA	48,9 bA	40,0 dB
5	27,8 eA	23,5 eA	68,6 aA	73,9 aA
6	30,2 eA	31,3 dA	66,5 aA	66,9 bA
7	33,3 eA	34,1 dA	64,1 aA	63,9 bA
8	31,6 eB	45,5 cA	63,6 aA	53,2 cB
9	28,2 eA	33,4 dA	64,5 aA	62,5 bA
10	57,9 bA	45,2 cB	39,7 cB	52,5 cA
11	54,7 bB	64,5 aA	37,9 cA	34,3 eA
12	52,6 bB	63,8 aA	28,4 dB	34,9 aA
Média	43,5	46,35	49,6	50,8

\*Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott Knott a 5% probabilidade, para cada variável resposta.

Na Tabela 6, tem-se o percentual para cada genótipo de Grãos Chato retidos nas peneiras 14, 15, 16, 17, 18 e 19 e de Grãos Moca que correspondem as peneiras de números 8, 9, 10, 11, 12 e 13 das colheitas dos anos de 2021 e 2022.

Foi possível verificar no ano de 2021 e 2022 que a porcentagem média de Grãos Moca que correspondem a 49,6% e 50,8% respectivamente, foram superiores os Grãos Chato que obtiveram 43,5% em 2021 e 46,35% em 2022. No trabalho de melhoramento para obtenção da Cultivar Marilândia ES 8143, conduzido por Ferrão et. al., 2018, o percentual de grãos moca foi de 22,40%, porcentagem inferior ao que foi encontrado neste trabalho.

A formação dos grãos moca é decorrente de anormalidades genética, fatores ambientais, como a seca prolongada ou fisiológicos como a deficiência de nutrientes (VACARELLI; MEDINA; FAZUOLI 2003).

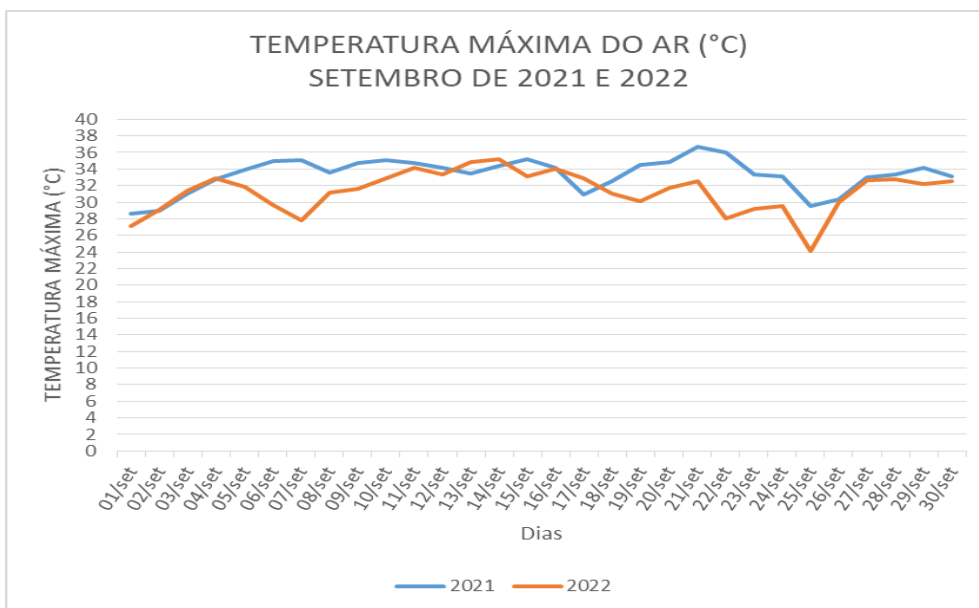
Em trabalhos com café realizados por Mendes et al. (1954) e Pezzopane et al. (2007) foram verificadas alta porcentagem de grãos moca, relacionou-se com fatores ambientais adversos, principalmente as altas temperaturas do ar no período da floração.

Durante todo o processo do experimento, fatores como a deficiência hídrica e nutricional foram controlados. Os fatores que podem ter influenciado na maior porcentagem de Grãos Moca, foram anormalidade genética e temperatura máxima do ar.

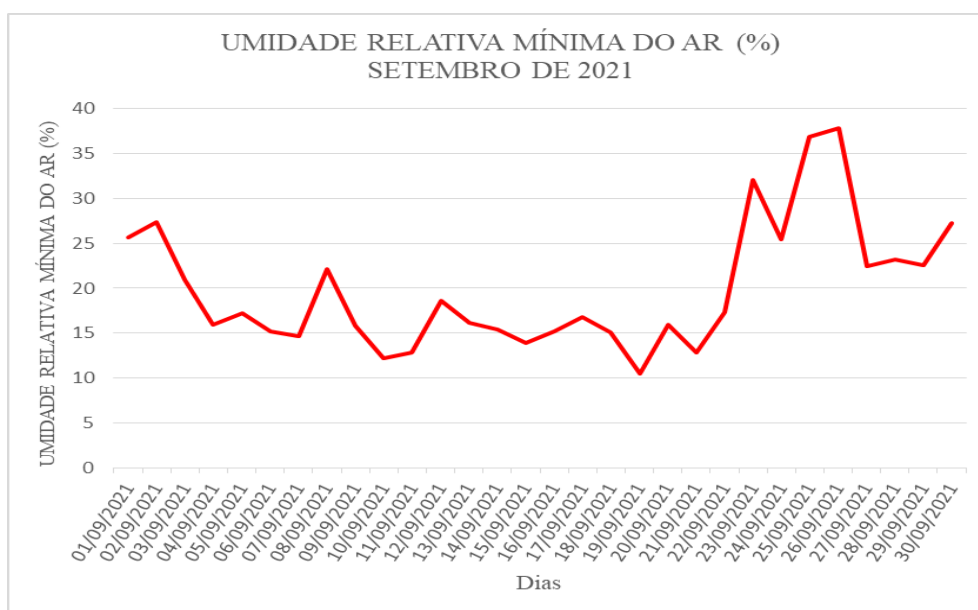
A florada das plantas avaliadas no presente estudo concentrou-se no mês de setembro, por volta dos dias 11 e 12/09, para ambos os anos, após o uso do estresse hídrico controlado. A temperatura máxima do ar alcançou 34 °C nos dias correspondente a florada do ano de 2021 e 2022 (Figura 4). Nestes dois anos, no mês de setembro as temperaturas do ar foram elevadas, as máximas chegaram a 37 °C, em 21/09/2021 e 35 °C em 14/09/2022. Neste período do ano a umidade relativa mínima do ar (%) foi extremamente baixa, coincidindo com o momento da florada de 2021 e 2022, alcançando 12,8% e 13,4% respectivamente (Figura 5) e (Figura 6).

Temperaturas do ar elevadas e baixa umidade relativa do ar, parecem ter efeito mais negativo na época do florescimento, especialmente se associados a uma época seca prolongada, causando aborto de flores (CAMARGO, 1985; REDDY,1979). No trabalho realizado por Reddy (1979), as temperaturas do ar moderadamente elevadas, como 30,2 °C até 33,2 °C causou danos nos últimos estágios do florescimento em condições de laboratório e campo.





**Figura 4.** Temperaturas máxima do ar (°C) do mês de setembro durante as avaliações, Embrapa Cerrados, Planaltina, DF, 2021 e 2022.



**Figura 5.** Umidade relativa mínima do ar (%) do mês de setembro de 2021 durante as avaliações, Embrapa Cerrados, Planaltina, DF.



**Figura 6.** Umidade relativa mínima do ar (%) do mês de setembro de 2022, durante as avaliações, Embrapa Cerrados, Planaltina, DF.

No ano de 2021 o clone 2 se destacou do restante na variável Grãos Chatos e, assim, obteve a menor média de grãos moca. Foi possível observar o mesmo comportamento em 2022, onde a produção do clone 2, foi constituído por 70% de grãos chatos e apenas 29,4% de grãos mocas, resultados semelhantes foram encontrados por (FERRÃO et. al. 2018).

Em 2022, em comparação com 2021, para a variável Grãos Chato, houveram mudanças no ranqueamento, o agrupamento superior tornou-se maior com a inclusão dos clones 4, 11, e 12 e o agrupamento com as menores médias de Grãos Chato foi reduzido, ficando apenas o clone 5 com 23,5%.

O clone 5 nas variáveis apresentadas na Tabela 6 não se diferenciou estatisticamente entre anos. Para a variável Grãos Moca, o clone obteve a maior média nos dois anos, em destaque para o ano de 2022, quando alcançou uma produtividade de 7.120 kg ha<sup>-1</sup> e a segunda maior no ano de 2021 com 2.927 kg ha<sup>-1</sup>.

Ao comparar cada clone dentro de cada ano foi possível verificar que os clones 4, 8, 10, 11 e 12 foram os que se distinguiram estatisticamente, sendo que o clone 1, 2, 3, 5, 6, 7, 9, foram estatisticamente iguais.

A presença de grãos chatos é desejada pelos produtores de café, por estar associada ao maior rendimento e qualidade da bebida (CORRÊA et al., 2016).

Na média geral o grão moca foi superior, Custódio (2015) e Garuma (2015) elucidam que grãos do tipo moca estão agregados a condições ambientais, como aspectos nutricionais, climáticos e estresse hídrico, como a espécie detém mecanismos de

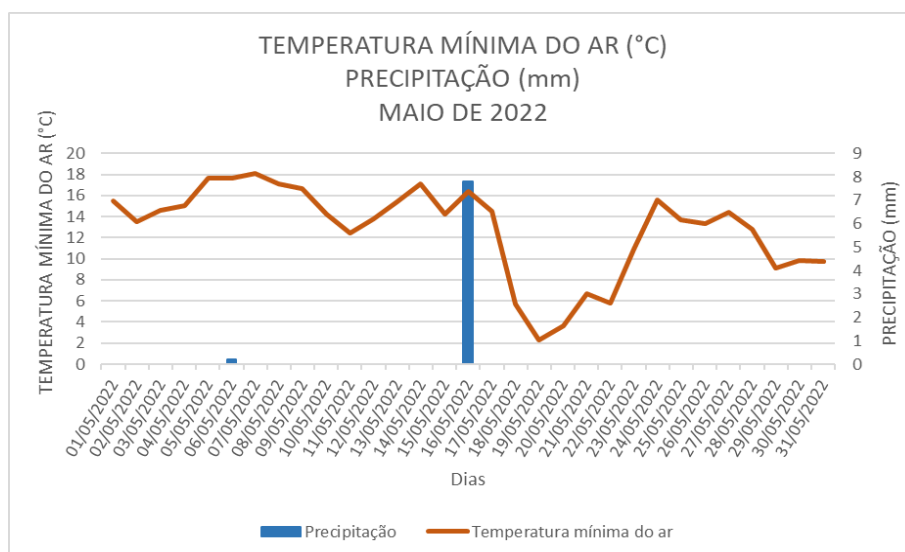
autoincompatibilidade que impossibilita a autopolinização e polinização entre genótipos que partilham o mesmo alelo do gene S, que controla a expressão dessa característica.

A classificação por peneiras tem por objetivo a separação dos grãos de café, levando em consideração o tamanho e o formato. Os grãos chatos apresentam uma superfície dorsal convexa e a ventral plana, podendo ser ligeiramente concava, enquanto os grãos mocas possuem um formato ovoide, que é proveniente da não fecundação de um dos óculos do fruto, sendo assim apenas um grão se desenvolve preenchendo o vazio deixado pelo outro (MACHADO FILHO et. al., 2020; TEIXEIRA, 1999).

Finalidade da separação por peneira foi homogeneizar os tamanhos e os formatos dos grãos, aqueles com tamanhos diferentes se comportam de forma distinta durante o processo de torra, grãos mocas absorvem o calor de forma mais acelerada que os grãos chatos, culminando na formação de sabores e aromas desagradáveis para a bebida de café (MATIELLO et. al., 2002). Porém, em um estudo efetuado por Vacarelli e Medina Filho (2003), comparando frutos de Café Arábica e frutos de Café Conilon, constataram que o café Conilon pode chegar a 53,6% de grãos mocas.

Krishnan (2012) e Munyuli, (2014) expuseram que o crescimento na ocorrência de grãos moca de um ano para o outro está correlacionado a uma ineficiência da polinização, afetada pelo maior abastamento de flores e ao maior porte das plantas no ano de maior produtividade.

Para o ano de 2022, diante de uma anormalidade no clima do mês de maio, com temperaturas mínimas do ar muito baixas, precedidas de uma precipitação, foram verificados comportamentos dos genótipos para danos de geada (Figura 7).



**Figura 7.** Temperaturas mínima do ar (°C) e precipitação (mm) no mês de maio de 2022, Embrapa Cerrados, Planaltina, DF 2022.

Por meio da comparação e ranqueamento do teste não paramétrico Kruskal-Wallis, foi possível diferenciar os genótipos de acordo com os danos causados pela geada (Tabela 7). Os clones 1 e 7 (Figura 8) com as maiores médias de notas significativas, foram os que mais sofreram injúrias causadas pela geada, apresentando posteriormente intensa queda de folhas (Figura 9). Os clones 5 e 12 (Figura 10) foram os que menos sofreram danos, mantendo, folhas verdes sem sintomas visíveis mesmo após a temperatura mínima do ar marcada na estação da unidade no valor de 2,7 °C.

**Tabela 7.** Teste não paramétrico Kruskal-Wallis, com valores médios das notas de danos causados pela geada (DG) e agrupados 2022, sob irrigação. Embrapa Cerrados, Planaltina, Distrito Federal.

Genótipos	DG
1	3,00 a
2	1,66 bc
3	1,66 bc
4	0,66 de
5	0,33 e
6	1,33 bcd
7	3,00 a
8	1,00 cde
9	1,00 cde
10	0,66 de
11	2,00 ab
12	0,33 e

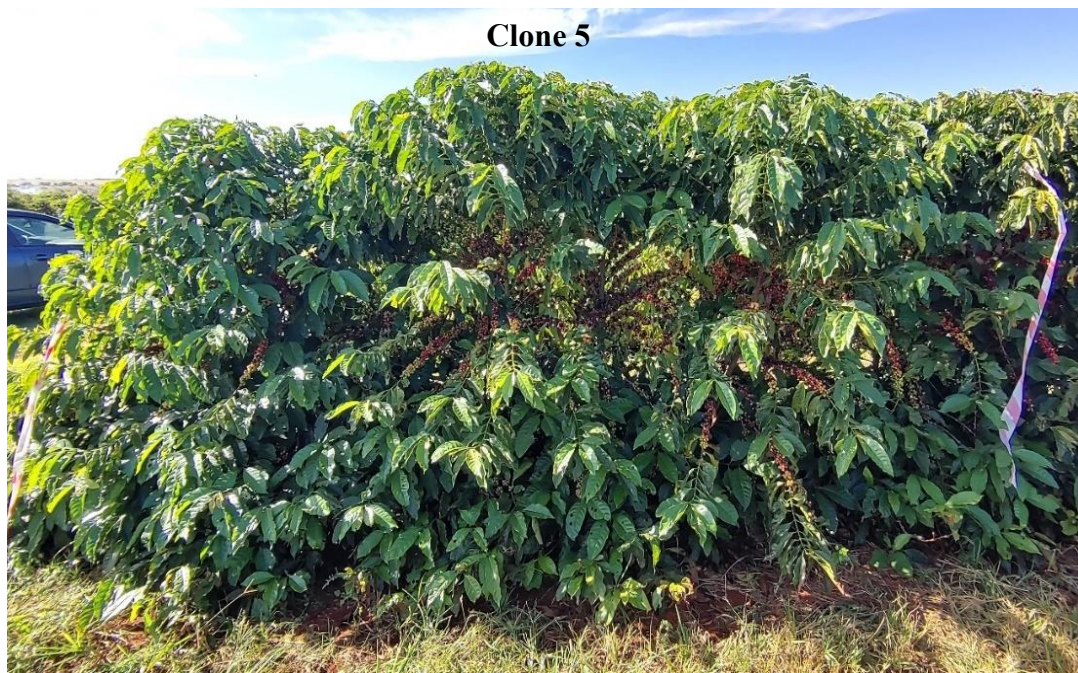
\*Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Kruskal-Wallis, para cada variável resposta.



**Figura 8.** Imagens dos clones 1 e 7 com alto índice de danos nas folhas, causados pela geada, Embrapa Cerrados, Planaltina, DF, 2022.



**Figura 9.** Imagens dos clones 1 e 7 com alto índice de desfolha, causado pela geada, Embrapa Cerrados, Planaltina, DF, 2022.



**Figura 10.** Imagens dos clones 5 e 12 com baixo índice de danos nas folhas, causados pela geada, Embrapa Cerrados, Planaltina, DF, 2022.

Com o objetivo de avaliar a existência de variabilidade genética entre genótipos da Cultivar Marilândia ES 8143 e estimar parâmetros genéticos, foi realizada análise de variância com base na média das variáveis das parcelas em dois anos de produção. Os parâmetros são apresentados na Tabela 8.

**Tabela 8.** Parâmetros genéticos das variáveis produtividade de grãos em kg ha<sup>-1</sup> (PG), altura de plantas (Altura, em cm), número de pares de plagiotrópicos (NPP), projeção da copa (PC), em cm, Grãos Chato em % e Grãos Moca em % avaliados após colheita dos frutos, em plantas de café Conilon, Cultivar Marilândia ES 8143. Embrapa Cerrados, Planaltina, Distrito Federal.

	PG (kg ha <sup>-1</sup> )	Altura (cm)	PC (cm)	NPP	Grãos Chato (%)	Grãos Moca (%)
$\hat{\Phi}_g$	785.192,11	225,65	39,08	13,57	182,80	194,41
$\sigma_a^2$	681.983,35	853,59	101,06	52,64	3,12	0,37
$\sigma_{ga}^2$	675.011,17	39,24	12,18	7,78	22,25	18,19
$h^2$ (%)	65,22	88,16	78,30	73,53	92,55	94,36
Média	2.512,75	153,02	69,47	44,02	44,99	50,28
$CV_g =$ (%)	35,26	9,81	8,99	8,36	30,05	27,72
$CV_{genótipo} =$ (%)	21,88	4,77	7,21	4,44	8,71	6,32
$CV_e =$ (%)	18,46	3,09	8,00	5,65	11,35	7,50
$CV_r$	1,91	1,23	1,12	1,47	2,64	3,69
$\hat{r}_{gg}$	0,79	0,93	0,84	0,83	0,95	0,96

Componente quadrático ( $\hat{\Phi}_g$ ), componente de variância associado ao ano ( $\sigma_a^2$ ), componente de variância associado à interação ( $\sigma_{ga}^2$ ), herdabilidade ao nível de média ( $h^2$ ), coeficientes de variação genético ( $CV_g$ ), coeficientes de variação do genótipo ( $CV_{genótipo}$ ), coeficientes de variação experimental ( $CV_e$ ), coeficiente de correlação relativa ( $CV_r$ ) e acurácia ( $\hat{r}_{gg}$ ).

As expressões de vários genes ao longo de dois anos de desenvolvimento das plantas foram influenciadas pelas condições ambientais em que elas foram submetidas, interferindo diretamente nas diferentes magnitudes das estimativas dos parâmetros genéticos. Altos valores de coeficientes de variação também foram descobertos em experimentos de avaliação de clones café, com magnitudes variando de 20 a 40% (FONSECA, 1999; BONOMO et al., 2004). De acordo com Falconer; Mackay (1996), a estimativa de um parâmetro genético pode variar, por não depender apenas da variabilidade genética existente, mas também das condições ambientais.

O  $CV_e$  de 18,46% para característica analisada PG foi o mais elevado, de acordo com Ferrão et al. (2008) pode ser atribuído a fatores como: ciclo prolongado da cultura,



tamanho experimental grande e resposta dos genótipos a alta temperatura do ar, seca, doenças e pragas.

Os coeficientes de variação genética ( $CV_g$ ) descrito na tabela 8 são: 35,26% para PG, 9,81% para Altura, PC foi de 8,99%, para NPP foi de 8,36%, para Grãos Chato 30,05% e para Grãos Moca 27,72%.

É fundamental quantificar o coeficiente de variação genética ( $CV_g$ ) e estimar parâmetros genéticos em programas de melhoramento. Ao quantificá-lo, torna-se possível aferir o seu valor: quanto maior o valor do  $CV_g$ , mais heterogêneos são os genótipos avaliados.

Porém, necessita-se prudência, em razão de que diferenças nas estimativas de parâmetros, encontradas na mesma espécie, são oriundas principalmente de métodos distintos e materiais genéticos utilizados na sua determinação, também às inúmeras condições ambientais, à época e a idade da avaliação, e outros fatores (FALCONER, 1981; VENCOVSKY, 1987; SHIMOYA, 2000).

A variabilidade genotípica disponível dada pela relação  $CV_g/CV_e$  (SANTOS, 1985), aponta a possibilidade de êxito na seleção fenotípica (VENCOVSKY, 1987). Amabile (2013) descreveu que as características avaliadas com situações mais favoráveis a seleção e aos ganhos genéticos de um programa de melhoramento apresentam  $CV_g$  superior ao  $CV_e$ . Deste modo todas as características analisadas (Tabela 8), evidenciam que as condições para seleção de genótipos para o programa de melhoramento são favoráveis. Os coeficientes  $CV_r$ , obtidos por meio da razão  $CV_g/CV_e$ , foram superiores a 1, o que caracteriza predominância dos fatores genéticos sobre os fatores ambientais.

Este parâmetro estimado para  $CV_r$  confirma que existe condição altamente favorável no que diz a respeito à seleção, os valores encontrados foram: 1,91 para PG, 1,23 para Altura, 1,12 para PC, 1,47 para NPP, 2,64 para Grãos Chato e 3,69 para Grãos Moca como demonstrado na (Tabela 8).

Ferrão et al. (2008) em estudos de cafés Conilon, estipularam valores para o índice de relação  $CV_g/CV_e$ , com magnitude entre 0,70 a 2, os índices encontrados, estão dentro da faixa considerada favorável para um programa de melhoramento. Porém, neste trabalho, valores de  $CV_r$  foram superiores aos encontrados por Ferrão et al. (2008), valores que variaram de 1,12 a 3,69.

Para Resende (2002), os ensaios com finalidade de avaliar cultivares, devem ser analisados do ponto de vista genético e estatístico. A acurácia seletiva ( $\hat{f}_{gg}$ ), é um parâmetro pouco utilizado, mas crucial para determinar maior qualidade para as avaliações. Tem o

poder de instruir corretamente o ordenamento das cultivares, para fins de seleção e, bem como a eficácia de relacionar um resultado ao valor genotípico da cultivar.

A acurácia seletiva ( $\hat{f}_{gg}$ ), indica o grau de confiabilidade dos resultados na avaliação genética do caráter (MISTRO, 2013). Resende (2002,), classificou os parâmetros em: alto ( $\hat{f}_{gg} > 0,70$ ), médio ( $0,40 < \hat{f}_{gg} < 0,70$ ) e baixo ( $0,10 < \hat{f}_{gg} < 0,40$ ). No caso deste experimento, os valores de acurácia encontrados foram de 0,79 para PG, 0,93 para Altura, 0,84 para PC, 0,83 para NPP, 0,95 para Grãos Chato e 0,96 para Grãos Moca em dois anos de colheita. De acordo com os parâmetros estipulados por Resende (2002), tais valores se enquadram em alto. É aconselhável que nas diversas fases dos programas de melhoramento genético a acurácia seja igual ou maior a 0,70 (RESENDE, 2007).

No presente trabalho, resultaram altos índices de herdabilidade, apresentam valores de 65,22% para PG, 88,16% para Altura, 78,30% para PC, 73,53% NPP, 92,55% para Grãos Chato e 94,36% para Grãos Moca. Isto mostra a predominância de variabilidade genética em relação à ambiental, para todas características avaliadas. O mesmo aconteceu no trabalho feito por Fonseca (1999) com resultados de: 89,91% para PG, 83,84% para Altura, 82,23% para PC e 94,17% para NPP.

Em espécies que podem ser propagadas por reprodução assexuada utiliza-se a herdabilidade no sentido amplo, visto que os genótipos são herdados totalmente pelos descendentes (SOUZA JÚNIOR, 2011).

Fonseca (1999) e Ferrão et al. (2008), experimentos para determinar estimativas de parâmetros genéticos envolvendo diferentes características em genótipos de café Conilon, verificaram que a herdabilidade ( $h^2$ ), foram superiores a 70% para diversos caracteres, assim foi neste trabalho.

Para Borém (2001), a herdabilidade é um parâmetro que altera de acordo com as diferentes características agrônômicas avaliadas. Custodio (2012) sustenta a teoria que as características desenvolvidas em um curto período de tempo, são menos suscetíveis às influências ambientais e, como resultado, têm maior herdabilidade do que as características desenvolvidas em um período de tempo mais longo.

A herdabilidade em trabalhos direcionados a estudo genético, tem incumbência de ser preditivo, transparecendo confiabilidade com que o valor fenotípico representa o valor genético (SILVA et al., 2013). Para Carias (2016), a introdução de maior variação genética na população e melhorias das condições experimentais, com a intenção de reduzir a colaboração da variação ambiental para variação fenotípica total, pode aumentar o seu valor.

Dessa forma, podem ser geradas futuras hibridações com a intenção de fixar características desejáveis, e otimizar a cultura no sistema de cultivo irrigado no Cerrado. Observa-se a necessidade de continuidade do trabalho para uma seleção de clones superiores dentro do programa de melhoramento genético do café irrigado na região do Planalto Central da Embrapa.

**Tabela 9.** Ganhos de seleção específico (GS), ganhos de seleção específico em porcentagem (GS) (%), estimativas herdabilidade ( $h^2$ ), média da população original ( $X_o$ ) e média da população melhorada ( $X_s$ ), produtividade de grãos PG ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), Altura de planta (altura), Projeção da copa PC, números pares de plagiotrópicos (NPP) Embrapa Cerrados, Planaltina, Distrito Federal, 2021 e 2022.

<b>Caracteres</b>	<b><math>X_o</math></b>	<b><math>X_s</math></b>	<b><math>h^2</math> (%)</b>	<b>GS (%)</b>	<b>GS</b>
PG ( $\text{kg ha}^{-1}$ )	2.512,70	3.398,57	65,22	22,99	577,76
Altura (cm)	152,95	135,12	88,16	-10,27	-15,71
PC (cm)	69,4	75,59	78,30	6,98	4,84
NPP	44	47,4	73,53	5,68	2,50

De acordo com a tabela 9, considerando as características dos genótipos selecionados e suas respectivas médias dos anos de 2021 e 2022, foram obtidos ganhos de seleção positivos de 22,99%, 6,98% e 5,68%, respectivamente, para as características produtividade de grãos (PG), projeção da copa (PC) e números pares de plagiotrópicos (NPP), o que é desejável.

O atributo Altura, por sua vez, deteve um ganho de seleção negativo, o que é almejado para a cultura, uma vez que plantas que apresentam uma menor altura, favorece o manejo da cultura e da colheita. Plantas de porte mais baixo o ganho negativo foi de 15,71 cm. Esses 22,99% de ganho de seleção para PG representando 577,76  $\text{kg ha}^{-1}$  de acréscimo na produtividade; em relação ao NPP aumentaria 2,50 ramos laterais; para PC o ganho seria de 4,84 cm.

#### 4. CONCLUSÕES

O clone 5 foi destaque em valor médio nos dois anos avaliados para a produtividade de grãos. Os clones 1 e 5 apresentaram valores médios para um bom desenvolvimento vegetativo. O genótipo 2 obteve os melhores resultados para grãos do tipo chato, em os ambos anos. Os clones 5 e 12 não apresentaram sintomas visíveis para baixas temperaturas do ar e efeitos da geada. Foram observadas diferenças altamente significativas entre os genótipos para todas as características morfoagronômicas avaliadas.

Os baixos coeficientes de variação ambiental para todas as características indicam boa precisão experimental e altos valores de herdabilidade, coeficientes de variação genéticos e acurácia seletiva evidenciaram condição favorável à seleção dos clones para os caracteres agronômicos analisados.

#### REFERÊNCIAS

BONOMO, P.; CRUZ, C. D.; VIANA, J. M. S.; PEREIRA, A. A.; OLIVEIRA, V. R. de; CARNEIRO, P. C. S. **Avaliação de progênies obtidas de cruzamentos de descendentes do híbrido de Timor com as cultivares Catuaí Vermelho e Catuaí Amarelo.** *Bragantia*, v.63, p.207-219, 2004.

BORÉM, A. **Melhoramento de Plantas.** Viçosa: UFV, 449p, 2001.

CAMARGO, A. P. de. **Florescimento e frutificação de café arabica nas diferentes regiões (cafeiras) do Brasil.** *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 20, n. 7, p.830-839, 1985.

CARIAS, C. M. O. M., GRAVINA, G. A., FERRÃO, M. A. G., FONSECA, A. F. A., FERRÃO, R. G., VIVAS, M. AND VIANA, A. P. **Predição de ganhos genéticos via modelos mistos em Progênies de café conilon.** *Coffee Science*, v. 11, p. 39-45, 2016.

CORRÊA, P. C. OLIVEIRA. H. H.; OLIVEIRA, A. P. L. R.; ELÍAS, G. A. V.; BAPTESTINI, F. M. **Granulometria e torrefação na sorção de água em café conilon durante o armazenamento.** *Coffee Science*, v. 11, n. 2, p. 221-233, 2016.

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

CUSTÓDIO, A. A. D. P.; LEMOS, L. B.; MINGOTTE, F. L. C.; POLLO, G. Z.; FIORENTIN, C. F.; ALVES, G. S. P. **Qualidade do café sob manejos de irrigação, faces de exposição solar e posições na planta.** *Irriga*, v. 20, n. 1, p. 177, 2015.

FALCONER, D. S. **Introdução à genética quantitativa.** Viçosa, MG: UFV. p. 279, 1981.

FALCONER, D. S., MACKAY, T.F.C. **Introduction to quantitative genetics**. 4.ed. England: Longman, p. 463, 1996.

FERRÃO, R. G.; CRUZ, C. D.; FERREIRA, A.; CECON, P. R.; FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A.; CARNEIRO, P. C. S.; SILVA, M. F. **Parâmetros genéticos em café Conilon**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.43, n.1, p.61-69, 2008.

FERRÃO, R. G.; VOLPI, P. S.; FERRÃO, M. A. G.; VERDIN FILHO, A. C.; FONSECA, A. F. A. da; Ferrão, L. M. V.; Ferrão, L, F, V. **Melhoramento genético para obtenção da Cultivar Marilândia es 8143, variedade clonal de café conilon tolerante a seca**. Multi-Science Research, V1, N1, 2018.

FERRÃO, R. G. **Biometria aplicada ao melhoramento genético do café conilon**. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, p. 256, 2004.

FONSECA, A. F. A. **Análises biométricas em café conilon (*Coffea canephora* Pierre)**. 1999. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, p. 121, 1999.

GARUMA, H.; BERECHA, G.; ABEDETA, C. **Influence of coffee production systems on the occurrence of coffee beans abnormality: Implication on coffee quality**. Asian Journal of Plant Sciences, v. 14, n. 1, p. 40, 2015.

KRISHNAN, S.; **Status of pollinators and their efficiency in coffee fruit set in a fragmented landscape mosaic in South India**. Basic and Applied Ecology, v. 13, n. 3, p. 277-285, 2012.

MACHADO FILHO, J. A.; FONSECA, A. F. A. da; VERDIN FILHO, A. C.; FERRÃO, M. A. G.; FERRÃO, R. G.; COSTA, P. R. **Qualidade e classificação do café Conilon**. Informe Agropecuário v. 41, n. 309, p. 114-123, 2020.

MATIELLO, J. B.; SANTINATO, R.; GARCIA, A. W. R.; ALMEIDA, S. R.; FERNANDES, D. R. **Cultura de café no Brasil: novo manual de recomendações**. Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFE, p. 387, 2002.

MENDES, A. N. G. **Métodos de melhoramento empregados na cultura do cafeeiro**. In: SIMPÓSIO DE ATUALIZAÇÃO EM GENÉTICA E MELHORAMENTO DE PLANTAS, 3, 1999, Lavras. Anais... Lavras: UFLA/Núcleo de Estudos em Cafeicultura, p.18-35, 1999.

MENDES, A. J. T. MEDINA, D. M.; CONAGIN, C. H. T. M. **Citologia da ocorrência de frutos sem sementes no café Mundo Novo**. Bragantia, Campinas, v.13, p.257-279, 1954.

MUNYULI, T. **Influence of functional traits on foraging behaviour and pollination efficiency of wild social and solitary bees visiting coffee (*Coffea canephora*) flowers in Uganda**. Grana, v. 53, n. 1, p. 69-89, 2014.

PEZZOPANE, J. R. M.; GALLO, P. B.; PEDRO JUNIOR, M. J.; ORTOLANI, A. A. **Caracterização microclimática em cultivo consorciado café/coqueiro-anão verde.** Revista Brasileira de Agrometeorologia, v.1, n.2, p.293-302, 2003.

REDDY, A. G. S. M. **Quiescence of coffee flower buds and observations on the influence of temperature and humidity on its release.** Journal of Coffee Research, v. 9, p. 1-13. 1979.

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

RODRIGUES, W. N. **Comportamento de grupos de clones de café conilon, selecionados no norte, na região sul do estado do espírito santo.** (Dissertação de mestrado) - Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias, Alegre ES, p. 105, 2010.

SANTOS, M. X. dos. **Estudo do potencial de duas raças brasileiras de milho (*Zea mays* L.) para fins de melhoramento.** Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba, SP. P. 186, 1985.

SHIMOYA, A. **Comportamento per se, divergência genética e repetibilidade em capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schumacher).** Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG: DFT/UFV, p. 147 2000.

SOUZA JÚNIOR, C. L. **Melhoramento de espécies de reprodução vegetativa.** Piracicaba: ESALQ, Departamento de Genética, p. 41, 1995.

TEIXEIRA, A. A. **Classificação do café.** In: ZAMBOLIM, L. Produção de café com qualidade. Viçosa: UFV, 1999.

VACARELLI, V.; MEDINA FILHO, H. **Avaliação de frutos chochos e de sementes do tipo moca no rendimento de híbridos arabustas tetraplóides (*Coffea arabica* x *C. canephora*).** Bioscience Journal, v.19, n.3, p. 155-165, 2003.

VACCARELLI, V. N.; MEDINA FILHO, H. P.; FAZUOLI, L. C. **Relação entre rendimentos, frutos chochos e sementes tipo moca em diversos híbridos Arabusta.** Bioscience Journal, Uberlândia, v.19, n.3, 2003.

VENCOVSKY, R. **Herança quantitativa.** In: PATERNIANI, E.; VIEGAS, G.P. (Ed.). Melhoramento e produção de milho. Campinas: Fundação Cargill, v. 1, cap. 5, p. 137- 214, 1987.

## **CAPÍTULO II**

**CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DOS CLONES DE CAFÉ CONILON DA  
VARIEDADE MARILÂNDIA ES 8143 SOB IRRIGAÇÃO NO CERRADO DO  
PLANALTO CENTRAL**

**CHEMICAL COMPOSITION OF CONILON COFFEE GRAINS OF THE  
MARILÂNDIA ES 8143 VARIETY UNDER IRRIGATION IN THE CENTRAL  
CERRADO**

# CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DOS CLONES DE CAFÉ CONILON DA VARIEDADE MARILÂNDIA ES 8143 SOB IRRIGAÇÃO NO CERRADO CENTRAL

## RESUMO

O cultivo da espécie *Coffea canephora* Pierre ex Froehner está em expansão devido à participação em blends de cafés torrados, pelo aumento do consumo de café solúvel no mundo e outras formas de consumo. Dentro da cadeia produtiva diante da crescente demanda por cafés especiais, tem se buscado qualidade, é uma característica que agrega valor ao produto. O fator qualidade é ligado a abundantes componentes químicos e físicos, que são incumbidos por proporcionar aroma, gosto e aparência do grão. Este trabalho teve como objetivo caracterizar quimicamente os grãos de cafés do ano de 2022 da cultivar Marilândia ES 8143, em sistema irrigado do Cerrado Central. As análises químicas foram realizadas no Laboratório de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Embrapa Cerrados, localizada em Planaltina-DF. Os teores de cafeína, sólidos solúveis, sacarose, ácidos clorogênicos e proteína foram determinados para os grãos crus de 12 genótipos que constituem a cultivar. Foi possível observar diferenças significativas para todas variáveis. Os baixos coeficientes de variação para cafeína, sólidos solúveis, sacarose, ácidos clorogênicos e proteína, expressaram boa precisão experimental. Os clones 1, 2 e 6 apresentam valores médios em grupos inferiores para ácidos clorogênicos e cafeína, e em grupos superiores para proteína e sólidos solúveis, mostrando maior potencial de obtenção de bebidas de qualidade.

**Palavra chave:** *Coffea canephora* Pierre ex Froehner, qualidade química, café especial.



# CHEMICAL COMPOSITION OF CONILON COFFEE GRAINS OF THE MARILÂNDIA ES 8143 VARIETY UNDER IRRIGATION IN THE CENTRAL CERRADO

## ABSTRACT

The cultivation of the *Coffea canephora* specie is expanding due to its participation in roasted coffee blends, due to the increased consumption of soluble coffee in the world and other forms of consumption. Within the coffee chain, in view of the growing demand for specialty coffees, quality has been sought, as it is a characteristic that adds value to the product. The quality factor is linked to abundant chemical and physical components, which are responsible for providing aroma, taste and appearance of the grain. The objective of this work was to chemically characterize coffee beans from the year 2022, cultivar Marilândia ES 8143, in an irrigated system in the Central Cerrado. Chemical analyzes were carried out at the Food Science and Technology Laboratory of Embrapa Cerrados, located in Planaltina-DF, analysing caffeine, soluble solids, sucrose, chlorogenic acids and protein of raw grains of 12 genotypes that constitute the cultivar. It was possible to observe significant differences for all variables. The low coefficients of variation express good experimental precision. Clones 1, 2 and 6 have values in lower groups for chlorogenic acids and caffeine, and in higher groups for protein and soluble solids, thus showing greater potential for obtaining quality beverages.

**Index terms:** *Coffea canephora* Pierre ex Froehner, chemical quality, special coffee.

## 1. INTRODUÇÃO

O cultivo da espécie *Coffea canephora* Pierre ex Froehner mesmo introduzido no Brasil no início do século 20, apenas a partir de 1970 foi explorada comercialmente. O cultivo da espécie está em expansão devido a participação cada vez mais frequente e expressiva nos blends de cafés torrados, pelo consumo crescente de café solúvel no mundo e pelas inúmeras formas de consumo. E também devido a maior rentabilidade na produção (FONSECA et al., 1999).

A formação da composição química do café está ligada a origem genética e as condições ambientais (SCHOLZ et al., 2011). No café estão presentes compostos bioativos como: ácidos clorogênicos, flavonóides, vitaminas, minerais, cafeína e melanoidinas que possuem atividade antioxidante que combate os radicais livres (MORAIS et al., 2009; LIMA et al., 2010).

Para a indústria de alimentos o café concebe grande relevância econômica, por ser a bebida mais consumida no mundo graças às suas características sensoriais e estimulantes (FERRÃO, 2004).

Na cadeia produtiva do café Canéfora, variedade botânica Conilon tem buscado qualidade, sendo uma característica determinante para valorização e comercialização do produto. Com a crescente demanda por cafés especiais e a projeção com tendência de crescimento para a próxima década, o café tradicional comercializado como commodity, tem aumento modesto no mercado. (SILVA; MORELLI; VERDIN FILHO, 2015; TEIXEIRA, 2015).

A qualidade do café está atrelada aos diversos constituintes físicos e químicos, que são responsáveis pelo aroma, gosto e aparência do grão, os compostos fenólicos (ácidos clorogênicos), ácidos graxos, açúcares, proteína, ácidos carboxílicos, compostos voláteis, algumas enzimas e a degradação da parede celular dos grãos conferem ao café gosto e aroma característico (PIMENTA, 2003).

Os sólidos solúveis com maior presença no café, são os açúcares, ácidos, cetonas, aldeídos e outros compostos responsáveis para agregar corpo a bebida (AGNOLETI, 2015; SMITH, 1985). Para Celestino et al. (2019), altos teores de sólidos solúveis é desejável em cafés Canéfora por adicionar corpo à bebida nos blends com Arábica, e também na produção de café solúvel.

A cafeína é um alcaloide, que pertence ao grupo das xantinas, é inodora com sabor amargo e contribui diretamente pelo elevado consumo da bebida (MONTEIRO, TRUGO,

2005; MAZZAFERA; SILVAROLLA, 2010). Em grãos de café Canéfora o teor de cafeína pode chegar a 3,29% e nos grãos de café Arábica chegam aproximadamente 1,0%, o composto tem relativa estabilidade à alta temperatura do ar (KY et al. 2001, SIVETZ et al., 1979).

A sacarose é o principal açúcar contido nos grãos de café. No momento da torra praticamente 100% da molécula é decomposta nos açúcares glicose e frutose trazendo doçura a bebida e contribuindo na formação da cor, sabor e aroma característico do café torrado (SALVA, et al., 2015; ALCÁZAR et al., 2005; FARAH et al., 2006). No entanto, os teores desses monossacarídeos podem ser desprezíveis no café torrado, e a doçura da bebida percebida mais por aromas doces do que pelo gosto doce (AGUIAR et. al., 2021).

Por outro lado, os ácidos clorogênicos são indesejáveis em altas concentrações por proporcionar adstringência. Outra contribuição indesejável desses ácidos no sabor do café é o amargor proveniente do ácido quínico, formado durante a torra pela degradação dos ácidos clorogênicos. (DE MARIA, et al., 1995; JANSEN, 2006; CAMPA, et al., 2005).

Brige (2016) exaltou a importância da proteína no café cru para a formação de compostos aromáticos e a relação de cafés com maiores valores de proteína ao aumento da qualidade da bebida.

O objetivo deste trabalho foi caracterizar quimicamente os grãos de cafés dos clones componentes da Cultivar Marilândia ES 8143, em sistema irrigado de produção para a avaliação do seu potencial para café especial.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

A implantação do experimento foi na região de Cerrado do Planalto Central, em fevereiro 2019, na área experimental da Embrapa Cerrados, Planaltina - DF, com coordenadas geográficas Latitude: 15° 35' 30" S e Longitude: 47 °42' 30 " W. e altitude de 1.050 m, com relevo plano, Latossolo Vermelho Escuro, textura argilosa. O clima é do tipo Aw, tropical chuvoso de inverno seco, com média anual de precipitação de 1.200 mm e temperatura do ar de 22 °C.

A área é irrigada por pivô central, o manejo é fundamentado de acordo com o balanço hídrico do solo, a partir do Sistema de Monitoramento de Irrigação no Cerrado (ROCHA et al., 2006), [hidro.cpac.embrapa.br](http://hidro.cpac.embrapa.br), fornecendo a lâmina líquida necessária para o período, com intervalo de 5 dias quando se necessário o uso da irrigação.

Em 2019 de acordo com a análise de solo foram fornecidos  $300 \text{ kg ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$  e o  $24,5 \text{ g}$  de *fritted trace elements* (FTE BR 12<sup>®</sup>) por cova, no ano de 2020 foi fornecido  $200 \text{ kg ha}^{-1}$  nitrogênio e potássio em cobertura, parcelados em quatro vezes a cada quarenta dias. Para o fornecimento de nitrogênio e potássio em cobertura, foram utilizados  $200 \text{ kg ha}^{-1}$  do nutriente, parcelados em quatro vezes a cada quarenta dias.

Em 2021 foram fornecidos  $300 \text{ kg ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$  parcelados dois terços em setembro e um terço no mês de dezembro e  $400 \text{ kg ha}^{-1}$  de nitrogênio e potássio, parcelados em setembro, novembro, janeiro e março.  $100 \text{ kg ha}^{-1}$  de FTE BR12, foram aplicados em dezembro para disponibilizar os micronutrientes. Em 2022 seguiu-se com o mesmo protocolo de adubação.

O delineamento experimental utilizado foi o Blocos ao Acaso com três repetições, sendo cada parcela constituída de oito plantas, para todos os 12 clones componentes da Cultivar Marilândia ES 8143.

Para a realização do estudo, no ano de 2022 no mês de junho, foram colhidos três litros de frutos cereja de cada parcela. Em seguida foram descascados, despulpados e expostos em uma sala ventilada e secagem a sombra. A cada cinco dias a umidade foi aferida utilizando medidor de umidade de grãos Multi-Grain<sup>™</sup> da marca DICKEY-john, após os grãos de cada amostra atingiram umidade de 12%, esses foram moídos e o pó obtido da peneira 20 mesh. Todas as análises foram feitas com três repetições de campo e os resultados expressos em massa seca.

As análises químicas foram feitas no Laboratório de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Embrapa Cerrados, localizada em Planaltina-DF, empregando-se, o experimento no Delineamento em Blocos Inteiramente Casualizado, com três repetições. A composição química dos grãos crus de 12 genótipos que compõem a Cultivar Marilândia ES 8143 foi determinada.

O método da AOAC (1990) foi utilizado para determinar a umidade e massa seca. Para aferir a umidade, foram pesados em placas petri três gramas de amostra, secas e com pesos conhecidos. As amostras ficaram expostas a  $105 \text{ °C}$  em estufa até o peso estabilizar e manter constante por cerca de duas horas, após este processo foram colocadas em dessecador contendo sílica até alcançar temperatura do ar ambiente e então pesadas. A perda de peso corresponde a umidade e a massa seca corresponde ao peso final.

Para determinar os teores de cafeína e de ácidos clorogênicos dos grãos de café, foi utilizado a técnica de espectroscopia do infravermelho próximo (NIR). Ela tem como vantagens a rapidez, o baixo custo e a não destruição das amostras. A técnica baseia-se o

princípio de emissão de radiação eletromagnética com auxílio de combinações matemáticas, estabelecendo correlações entre os espectros e os resultados das análises, assim aferindo o teor dos compostos (SIESLER et al., 2002; SALMAN et al., 2010). O espectrofotômetro da marca FOSS coletou os espectros na faixa espectral compreendida entre 1.108 e 2.492,8 nm e os espectros obtidos de médias de três varreduras com o programa de espectroscopia ISIsScan versão 2.85 (Infrasoft International LLC, State College, PA, USA).

O teor de sólidos solúveis foi determinado utilizando-se 2,0 g de amostra de café cru moído e em seguida adicionou-se 48,0 mL de água destilada. Os elementos foram homogeneizados durante uma hora em agitador mecânico. Após a homogeneização foi realizada filtração em papel de filtro, o líquido filtrado foi utilizado para as análises de determinação de sólidos solúveis totais (AOAC, 1990). Utilizou-se duas gotas do filtrado no refratômetro digital, previamente zerado com água destilada, sendo a leitura expressa em °Brix. Como a diluição foi de 1: 25, o valor da leitura foi multiplicado por 25.

A quantificação dos açúcares nos grãos foi realizada por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE), segundo Macrae (1998), o equipamento utilizado HPLC Shimadzu (Shimadzu Cooperation Analytical & Measuring Instruments Division Kyoto, Japan) composto por detector por índice de refração (Modelo RID-10<sup>a</sup>), bomba (Modelo LC-20AT), injetor automático (Modelo SIL-10), forno (Modelos CTO-10AS) e Software LC Solution (Shimadzu).

Os açúcares foram separados em coluna Shimadzu, CLC NH<sub>2</sub>(M), 25 cm x 6,0 mm, com grupos amina ligados quimicamente à sílica, e pré-coluna Shimadzu CLC-ODS. O método para a corrida das amostras caracteriza-se por conter acetonitrila 75% como fase móvel, com fluxo de 0,7 mL/min, volume de injeção de 20 µL à temperatura de 30 °C em uma corrida de 20 minutos. A identificação dos açúcares foi realizada através dos índices de refração fornecidos pelo detector RID em comparação com padrões. Os resultados foram expressos em % de açúcar em matéria seca. Frutose, glicose e sacarose da marca Sigma-Aldrich foram os açúcares utilizados como padrões.

O teor de proteína foi realizado em laboratório de química analítica da Embrapa Cerrados. Foram pesados 0,2 g da amostra e foi adicionado 3,0 mL da solução digestora peclórica e levadas aos blocos digestores, à 250 °C por 30 minutos. Para obtenção dos dados proteicos, utilizou-se os valores de Nitrogênio total (N), avaliados pela Análise por Injeção em Fluxo (FIA), considerando que PR = N x 0,625.

Os dados obtidos pela análise química dos componentes do café cru foram submetidos a análise de variância e as médias agrupadas entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade com auxílio do programa estatístico GENES (CRUZ, 2013).

Conforme o modelo matemático  $Y_{ij} = \mu + G_i + B_j + \varepsilon_{ij}$ , em que:  $Y_{ij}$  = valor observado relativo da característica da  $i$ -ésimo genótipo no  $j$ -ésimo bloco;  $\mu$  = média geral;  $G_i$  = efeito da  $i$ -ésimo genótipo;  $B_j$  = efeito do  $j$ -ésimo bloco;  $\varepsilon_{ij}$  = erro aleatório.

**Tabela 1**- Esquema da análise de variância e esperança de quadrados médios de um modelo em blocos casualizados.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>	<b>E (Q.M.)</b>	<b>F</b>
Blocos	r-1	QM <sub>b</sub>	$\sigma^2 + g\sigma_b^2$	
Genótipos (G)	g -1	QM <sub>g</sub>	$\sigma^2 + r\phi_g^2$	$\frac{QM_g}{QM_e}$
Erro	(r-1)(g-1)	QM <sub>e</sub>	$\sigma^2$	
Total	ge-1			

### 3. RESULTADO E DISCUSSÃO

De acordo com a análise de variância, para as características químicas dos grãos de café cru dos clones que compõem a variedade Marilândia ES8143: cafeína, sólidos solúveis, sacarose, ácidos clorogênicos e proteína, verificou-se a existência de diferenças significativas entre os clones ao nível de 5% de significância para todas as características (Tabela 2). Para bloco não houve efeito significativo para sólidos solúveis, sacarose e ácidos clorogênicos. Os coeficientes de variação experimental (CV) foram baixos, demonstrando que existe boa precisão experimental.

**Tabela 2.** Resumo da análise de variância, com quadrados médios, das variáveis cafeína, sólidos solúveis, sacarose, ácidos clorogênicos e proteína no ano de 2022. Embrapa Cerrados, Planaltina, Distrito Federal.

FV	G.L.	Cafeína 2022	Sólidos Solúveis 2022	Sacarose 2022	Ácidos Clorogênicos 2022	Proteína 2022
Genótipos	11	0.080504*	15.1861*	1.04236*	0.48378*	14.9760*
Bloco	2	0.027558 *	3.2552 <sup>ns.</sup>	0.04626 <sup>ns.</sup>	0.02476 <sup>ns.</sup>	14.9236*
Erro	22	0.003964	2.6870	0.12849	0.20076	1.9472
CV %		3,17	5,11	7,4	8,22	14,9

\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F. GL, graus de liberdade, respectivamente. <sup>ns.</sup> Não significativo. CV, coeficiente de variação.

**Tabela 3.** São apresentadas as médias para os compostos químicos: cafeína, sólidos solúveis, sacarose, ácidos clorogênicos e proteína dos grãos de café Conilon dos clones da Cultivar Marilândia ES 8143, no ano de 2022, Embrapa Cerrados, Planaltina, Distrito Federal.

Clones	Cafeína %	Sólidos Solúveis °Brix	Sacarose %	Ácidos Clorogênicos %	Proteína %
1	1,83 e	32,50 b	4,74 b	4,91 c	10,60 a
2	1,89 d	36,25 a	3,91 c	5,02 c	12,25 a
3	2,31 a	30,00 c	5,10 b	5,10 c	11,90 a
4	1,96 d	33,75 b	4,68 b	5,50 b	10,95 a
5	2,05 c	32,50 b	5,04 b	5,03 c	8,45 b
6	1,86 e	33,75 b	5,57 a	5,28 c	12,20 a
7	2,19 b	31,25 c	3,74 c	6,16 a	9,40 a
8	1,95 d	35,00 a	5,02 b	5,85 a	11,80 a
9	2,02 c	31,25 c	4,52 b	5,55 b	5,10 b
10	1,70 f	29,00 c	5,69 a	5,97 a	7,30 b
11	1,99 d	30,00 c	5,29 a	5,46 b	10,55 a
12	2,10 c	30,00 c	4,76 b	5,54 b	7,95 b
Média	1,99	32,10	4,83	5,45	9,87

\*Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott Knott a 5% probabilidade, para cada variável resposta.

Os teores de cafeína nos grãos de café da espécie Canéfora são maiores que em Arábicas. O resultado médio do teor de cafeína na cultivar foi de 1,99%, separadamente o clone 3 com valor de 2,31% do composto, foi superior aos demais clones. O clone 7 com 2,19% de acordo com o ranqueamento, demonstrou que obteve a segunda maior porcentagem. O clone 10 por sua vez, obteve 1,70%, o menor valor entre os genótipos, valores similares foram encontrados em trabalho de cafés realizado por Brige (2016) e Sala (2018). É importante salientar que a cafeína permanece estável mesmo após o processo de torra (Illy e Viani, 1996).

No ano de 2022 o valor médio de sólidos solúveis da Cultivar Marilândia ES 8143 foi de 32,10% de Brix (Tabela 3). Os clones 2 e 8 destacaram-se com valores de 36,25 e 35,00 °Brix, respectivamente, formando um grupo superior. A menor porcentagem foi adquirida pelo clone 10 que atingiu 29%. Valores com essas magnitudes foram observados em trabalhos de Resende et al. (2011) e Ramalakshmi et al. (2007).

Os sólidos solúveis têm como característica de conceder corpo a bebida de café, isto significa, uma maior percepção sensorial de densidade. Para Celestino et al. (2015) altos valores de sólidos solúveis estão relacionados a cafés de qualidade.

Para o teor de açúcares foi formado apenas pelo composto sacarose, pois os teores dos outros açúcares foram desprezíveis, sendo abaixo do limite de detecção da curva padrão. Sendo assim, formou-se um grupo superior constituído pelos clones 10, 6 e 11 e seus respectivos valores 5,69%, 5,57% e 5,29%. Os genótipos 2 com 3,91% e 7 com 3,74% obtiveram os menores teores de sacarose, e mesmo assim obtiveram valores superiores ao encontrado por Fernandes et al. (2012).

Fernandes et al. (2012) e Farah et al. (2006) afirmam que os açúcares são desencadeadores de aromas e sabor característico da bebida de café. Além de tudo os açúcares tem grande influência na formação da cor no momento da torra (CARVALHO et al., 1989).

Celestino et al. (2019) relatam que é desejável altos valores de sacarose nos grãos de cafés crus, para que exista maior doçura e aromas perceptíveis no café torrado.

Para que a doçura seja mais perceptível é importante que o amargor e a adstringência sejam reduzidos no café torrado, portanto cafés com menores quantidade de ácidos clorogênicos podem proporcionar um café torrado de melhor qualidade.

O grupo formado pelos clones 6, 3, 5, 2, e 1 obtiveram os menores teores de ácidos clorogênicos, destacando-se o clone 1 com 4,91%. No agrupamento com maiores resultados o destaque foi o clone 7 com 6,16%, o que constrata com o trabalho feito por



Ferrão et al. (2018), indicando que o clone 7 oriundo dos campos experimentais do Incaper no Espírito Santo, de acordo com a análise sensorial dos grãos dos clones, foi o que obteve a melhor bebida, seguindo o protocolo o de degustação de cafés finos da CQI (Coffee Quality Institute)/SCCA (Specialty Coffee Association of America). No entanto, a bebida de café é complexa e sua qualidade não está atrelada a um único atributo.

Nos cafés de pior qualidade os ácidos clorogênicos representam em média 7,02% do peso em grãos crus e para café com qualidade superior é de 5,78% (FARAH et al., 2006).

A proteína é um componente de extrema importância por ser responsável pela produção de compostos aromáticos durante o processo de torra (HWANG et al., 2012). Neste trabalho foi possível observar a formação de dois agrupamentos, um com valores superiores de proteína e ou com os menores valores. O agrupamento superior foi formado pelos genótipos 2, 6, 3, 8, 4, 1, 11 e 7, em destaque os clones 2 e 6 com 12,25% e 12,20%. Valores semelhantes encontrados por (QUAST; AQUINO, 2004), também estão na faixa entre 9 e 16 % proposta por Bassoli (1992). O menor teor de proteína foi conquistado pelo clone 9, que atingiu 5,10%. De acordo com Montagnon et al. (1998), os baixos teores deste composto podem estar relacionados a inferioridade do café Conilon ao aroma se comparado ao café Arábica.

#### **4. CONCLUSÕES**

Verificam-se diferenças significativas para todas variáveis. Os baixos coeficientes de variação para cafeína, sólidos solúveis, sacarose, ácidos clorogênicos e proteína, expressaram boa precisão experimental.

Os clones 1, 2 e 6 possuem valores médios em grupos inferiores para ácidos clorogênicos e cafeína, e em grupos superiores para proteína e sólidos solúveis, com destaque para clone 6, que apresentou maior valor de sacarose. Esses clones podem apresentar maior potencial de obtenção de bebidas de qualidade.

## REFERÊNCIAS

AGNOLETTI, B. Z. **Avaliação das Propriedades físico-químicas de café arábica (*coffea arabica*) e conilon (*coffea canéfora*) classificados quanto à qualidade da bebida**, p. 112, 2015.

AGUIAR, L. A de; CELESTINO, S. M. C; OLIVEIRA, L, de L. **Metodologia de análise descritiva quantitativa da bebida de café (*Coffea arabica* L.): aplicação no treinamento para análise sensorial**. Planaltina, DF/; Embrapa Cerrados. p. 49, 2021.

ALCÁZAR, A.; JURADO, J. M.; MARTÍN, M. J.; PABLOS, F.; GONZÁLEZ, A. G. **Enzymatic spectrophotometric determination of sucrose in coffee beans**. Talanta, Sevilha, v. 67, n. 4, p.760-766, 2005.

BASSOLI, O. G. **Avaliação da qualidade de cafés verdes brasileiro: uma análise multivariada**. Londrina: Universidade Estadual de Londrina. P. 110, 1992.

BRIGE, F. A. A.; CELESTINO, S. M. C.; AMABILE, R. F.; FAGIOLI, M.; DELVICO, F. M. dos S.; MONTALVAO, A. P. L.; SALA, P. I. A. L. **Genetic variability in conilon coffee related to grain attributes in an irrigated crop in the Cerrado**. Pesquisa Agropecuaria Brasileira, v. 54, e00358, 2019.

CAMPA, C.; DOULBEAU, S.; DUSSERT, S.; HAMON, S.; NOIROT, M. **Qualitative relationship between caffeine and chlorogenic acid contents among wild *Coffea* species**. Food Chemistry, v. 93, n. 1, p. 135-139, 2005.

CARVALHO, V. D.; DE; CHALFOUN, S. M.; CHAGAS, S. J. R. **Relação entre classificação de café pela bebida e composição físico-química, química e microflora do grão beneficiado**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 15, Maringá, 1989. Resumos... Rio de Janeiro: MIC/IBC, p.25-26, 1989.

CELESTINO, S. M. C.; VEIGA, A. D. **Caracterização físico-química e produtividade de grãos de cafeeiros do banco de germoplasma da Embrapa Cerrados**. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASI, 10. 2019, Vitória. Anais [...] Brasília: Embrapa Café, 2019.

CELESTINO, S. M. C; MALAQUIAS, J. V.; XAVIER, M. F. F. **Agrupamento de acessos de café irrigado com melhores atributos para bebida**. Coffee Science, v. 10, n. 1, p. 131-137, 2015.

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

DE MARIA, C. A. B.; TRUGO, L. C.; MOREIRA, R. S. A.; PETRACCO, M. **Simultaneous determination of total chlorogenic acids, trigonelline and caffeine in**

**green coffee samples by high performance gel filtration chromatography.** Food Chemistry, v. 52, n. 4, p. 447-449, 1995.

FARAH, A.; DONANGELO, C, M. **Phenolic compounds in coffee Braz.** Brazilian Journal of Plant Physiology, v18, n.1, 2006.

FERNANDES, A. L. T.; PARTELLI, F. L.; BONOMO, R.; GOLYNSKI, A. **A moderna cafeicultura dos cerrados brasileiros.** Pesquisa Agropecuária Tropical, v. 42, n. 2, p. 231-240, 2012.

FERRÃO, R. G. **Biometria aplicada ao melhoramento genético do café conilon.** Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, p. 256, 2004.

FONSECA, A. F. A. **Análises biométricas em café conilon (*Coffea canephora* Pierre).** 1999.. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, p. 121, 1999.

HWANG, C. F.; CHEN, C. C.; HO, C. T. **Contribution of coffee proteins to roasted coffee volatiles in a model system.** International Journal of Food Science and Technology. v. 47, n. 10, 2117-2126, 2012.

ILLY, A.; VIANNI, R. **Espresso coffee: the chemistry of quality.** San Diego: Academic, p. 253, 1996.

JANSEN, G. A. **Coffee roasting magic-art-science: physical changes and Chemical reactions.** Munich: Corporate Media GmbH, 2006.

LIMA, F. A.; SANT'ANA, A. E.G.; ATAÍDE, T. R, OMENA, C. M. B.; MENEZESMES, VASCONCELOS S. M. L. **Café e saúde humana: um enfoque nas substâncias presentes na bebida relacionadas às doenças cardiovasculares.** Rev Nutr; 6:1063-73. 2010.

MACRAE, R. **Food science and technology: a series of monographs: HPLC in food analysis.** 2. ed. New York: Academic, 1998.

MONTAGNON, C.; GUYOT, B.; CILAS, C.; LEROY, T. **Genetic parameters of several biochemical compounds from green coffee, *Coffea canephora*.** Plant Breeding, v.117, p.576-578, 1998.

MORAIS, S. A. L. AQUINO, F J. T., NASCIMENTO, M. M.; NASCIMENTO, E. A.; CHANG, R. **Compostos bioativos e atividade antioxidante o café conilon submetido a diferentes graus de torra.** Química Nova, v. 32, n. 2, p. 327-331, 2009.

PIMENTA, C. J. **Qualidade de café.** Lavras: Ed. UFLA, p. 297, 2003.

QUAST, L. B., AQUINO, A. D. **Oxidação dos lipídios em café arábica (*Coffea arabica* L.) e café robusta (*Coffea canephora* P.)**, B. CEPPA, Curitiba, v. 22, n. 2, p. 325-336, jul./dez., 2004.

RAMALAKSHMI, K.; KUBRA, I. R.; RAO, L. J. M. **Physicochemical characteristics of green coffee: comparison of graded and defective beans**. Journal of Food Science, v.72, n.5, pS333-S337, 2007.

RESENDE, O.; AFONSO, P.; CORRÊA, P. C.; SIQUEIRA, V. C. **Qualidade do café conilon submetido à secagem em terreiro híbrido e de concreto**. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v,35, n.2, p.327-335, 2011.

SALA, P. I. A. L. **Biometria e Composição Química de Genótipos do Café Conilon Irrigado no Cerrado do Planalto Central do Distrito Federal**. (Dissertação de Mestrado). Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, p. 65 2018.

SALMAN, A. K. D.; FERREIRA, A. C. D.; SOARES, J. P. G.; SOUZA, J. P. **Metodologias para avaliação de alimentos para ruminantes domésticos**. Porto Velho/RO: Embrapa Rondônia, p. 21, 2010.

SALVA, T. J. G.; SILVAROLLA, M. B.; ZAGO, C. M. C.; BARBOZA, F. R.; COELHO, D. S. **Sacarose e cafeína em grãos de café de cruzamentos entre as variedades mutante AC1 e mundo novo**. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 9., 2015, Curitiba. Anais... [Curitiba]: Consórcio Pesquisa Café, 2015.

SCHOLZ, M. B. S.; FIGUEREDO, V. R. G.; SILVA, J. V. N.; KTZBERGER, C. S. G. **Características físico-químicas de grãos verdes e torrados de cultivares de café (*Coffea arabica* L.) do lapar**. Coffee Science, v. 6, n. 3, P. 245 – 255, 2011.

SIESLER, H.; OZAKI, W.; KAWATA, S.; HEISE, H. **Near-infrared spectroscopy: principles instruments applications**. Wiley-VCH, 2002.

SILVA, J. de S. e; MORELLI, A. P.; VERDIN FILHO, A. C. **Tecnologias pós-colheita para Conilon de qualidade**. In: FONSECA, A.F.A da; SAKIYAMA, N.S.; BORÉM, A. (ed.) Café Conilon: do plantio à colheita. Viçosa, MG: UFV, cap.10, p.204-230. 2015.

SMITH, R. F. **A History of Coffee**. In: CLIFFORD, M. N.; WILSON, K. C. Coffee Botany, Biochemistry and Production of Beans and Beverage. Beckenham (Kent): Croom helm, cap. 1, p. 1-12, 1985.

