



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

**CARACTERÍSTICAS MORFOAGRONÔMICAS E QUÍMICAS DE CLONES
DE CAFÉ CONILON, CULTIVADO SOB SISTEMA IRRIGADO NO
CERRADO DO PLANALTO CENTRAL**

DOUTORADO EM AGRONOMIA

PEDRO IVO AQUINO LEITE SALA

ORIENTADOR: MARCELO FAGIOLI

**BRASÍLIA - DF
JULHO/2023**

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UnB
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA – FAV
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA – PPGA

**CARACTERÍSTICAS MORFOAGRONÔMICAS E QUÍMICAS DE CLONES
DE CAFÉ CONILON, CULTIVADO SOB SISTEMA IRRIGADO NO
CERRADO DO PLANALTO CENTRAL**

PEDRO IVO AQUINO LEITE SALA

**PROJETO DE DOUTORADO SUBMETIDO À FACULDADE DE AGRONOMIA E
MEDICINA VETERINÁRIA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UnB, COMO PARTE
DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS À OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR EM
AGRONOMIA.**

APROVADA POR:

Dr. Marcelo Fagioli, Dr., Eng. Agrônomo Dr., Universidade de Brasília-UnB.
Presidente - orientador.
mfagioli@unb.br

Dr. Renato Fernando Amabile, Eng. Agrônomo Dr., Embrapa Cerrados.
Orientador:
renato.amabile@embrapa.br

Dr. Nicolau Brito da Cunha, Eng. Agrônomo Dr., Universidade de Brasília-UnB.
Examinador interno
Nicolau.cunha@unb.br

Dr. Gabriel Ferreira Bartholo, Eng. Agrônomo Dr., Embrapa Cerrados.
Examinador externo:
gabriel.bartholo@colaborador.embrapa.br

Dr. Ricardo Meneses Sayd, Eng. Agrônomo Dr., Universidade UNICESP.

Examinador externo

ricardo_sayd@hotmail.com

Dr. José Ricardo Peixoto, Eng. Agrônomo Dr., Universidade de Brasília-UnB.

Suplente

peixoto@unb.br

Brasília-DF, julho de 2023.

AGRADECIMENTOS

Ao desenvolvimento da ciência e tecnologia que sem os avanços dela, talvez, não estaríamos aqui hoje.

A minha mãe, Ana Lúcia, pela força e ensinamentos que me passa diariamente e ao longo de toda a minha vida, e pelas oportunidades que me proporcionou com seu amor, suor e orientação.

A minha irmã Ana Carolina, pela convivência, divergência e pelo que aprendemos juntos.

Aos meus amigos Felipe e Ricardo, pelo companheirismo e ajuda em todos os trabalhos e momentos necessários.

Ao meu orientador, Renato Fernando Amabile e aos pesquisadores Adriano Delly Veiga e Sônia Maria da Costa Celestino pelos ensinamentos ao longo destes anos de trabalho juntos, e por me apoiarem, na medida do possível, a desenvolver minhas ideias neste trabalho.

Ao Juaci Vitória Malaquias, pela grande dedicação e disponibilidade em auxiliar nas análises estatísticas. Sua ajuda foi essencial.

Ao Francisco Delvico por sempre se disponibilizar e auxiliar em qualquer atividade laboratorial.

Aos membros da banca examinadora, Dr Ricardo Said, Dr. Gabriel Bartollo e Dr. Nicollau e Prof. Marcelo (orientador), pela disponibilidade em avaliar e contribuir para o enriquecimento deste trabalho.

A equipe de estagiários da Embrapa Cerrados que me auxiliaram em todas etapas desde o campo ao laboratório.

A todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho. Muito obrigado!

Sumário

1. INTRODUÇÃO	6
2. JUSTIFICATIVA	8
3. HIPÓTESE E OBJETIVOS	9
3.1. Hipótese de trabalho	9
3.2. Objetivo geral	9
3.3. Objetivos específicos	9
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	10
4.1. O Cerrado	10
4.2. O café	11
4.2.1. Origem e dispersão geográfica	11
4.3. O café conilon	12
4.3.1. Descrição botânica	12
4.3.2. Importância econômica	14
4.3.3. Melhoramento genético em <i>Coffea canephora</i>	16
4.3.4. Qualidade do café conilon	18
5. CAPÍTULO 1	30
6. CAPÍTULO 2	44
7. CAPÍTULO 3	64

1. INTRODUÇÃO

O volume de informações disponíveis sobre a tecnologia de produção no Cerrado destaca a necessidade contínua de estudos em diversas áreas do conhecimento técnico-científico, especialmente no campo do melhoramento vegetal. Espécies que antes eram consideradas inadequadas ou marginais têm demonstrado plena adaptação à região.

Segundo Fernandes (2012), além das áreas propícias para o cultivo com *Coffea arabica* L., o Cerrado possui áreas potenciais para o cultivo do café conilon (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner), por ser mais tolerante a altas temperaturas, uma das limitações citadas pelos autores no zoneamento do cafeeiro arábica em parte do Cerrado. Dentre as diversas espécies introduzidas na região, o café vem apresentando um bom desempenho, principalmente o cultivo sob sistemas de irrigação pressurizados via aspersão ou localizada (ASSAD et al., 2004; SOARES et al., 2001). A limitação do café conilon está associada à baixa temperatura, nas áreas de maior altitude, porém, devido à grande diversidade genética apresenta diferentes mecanismos de tolerância a baixas temperaturas (FONSECA et al., 2006), o que possibilita sugerir que esta espécie pode ser cultivada em várias áreas do Cerrado.

O desenvolvimento do cafeeiro é influenciado por vários fatores, destacando-se os genéticos e os edafoclimáticos. Sua análise tem sido objeto de vários estudos, notadamente para o *Coffea arabica*, cujos resultados têm evidenciado que esta espécie possui características próprias que a diferencia daquelas das de ciclo anual como a bienalidade de produção. No que diz respeito ao cafeeiro Conilon, em particular, há uma escassez de informações disponíveis sobre as taxas de crescimento da parte aérea. As primeiras avaliações foram conduzidas na região de Linhares, localizada no norte do Espírito Santo (SILVEIRA, 1996; SILVEIRA; CARVALHO, 1996).

O café é um dos poucos produtos agrícolas que tem seu preço associado a parâmetros qualitativos, fazendo com que seu valor seja acrescido de acordo com a melhoria da qualidade (SOUZA, 1996). O café do Cerrado é caracterizado por apresentar elevada produtividade e alta qualidade para bebida, devido, além de outros fatores, às condições climáticas favoráveis à

época da colheita, quando o clima é mais seco, com baixa umidade do ar, evitando riscos de fermentação dos frutos nas plantas e/ou após a colheita, desde que sejam tomados os devidos cuidados por parte dos cafeicultores. Além disto, o manejo da irrigação pode favorecer floradas uniformes que promovem, maturação mais uniforme com maior quantidade de frutos cereja (FERNANDES, 2012; ROTONDANO, 2004).

A caracterização dos recursos genéticos é essencial para impulsionar os avanços qualitativos e quantitativos na agricultura brasileira por meio de programas de melhoramento genético. Portanto, é de suma importância ampliar o conhecimento sobre os recursos genéticos do café, especialmente focando em genótipos de elite que apresentam características agronômicas favoráveis, desenvolvidos em programas de melhoramento genético de diversas regiões do mundo.

2. JUSTIFICATIVA

Programas de melhoramento necessitam obrigatoriamente estarem fundamentados no conhecimento dos recursos genéticos, para que hajam ganhos quantitativos e qualitativos. Desta forma, a caracterização morfoagronômica e química do *Coffea canephora* Pierre ex Froehner irrigado é essencial para uma melhor assertiva na seleção de genótipos e/ou clones superiores. O conhecimento originado com o trabalho proposto contribuirá para o programa de melhoramento genético do canephora gerando genótipos e clones que atendam às exigências do sistema de produção do café irrigado do Cerrado, e às do mercado consumidor, cada vez mais exigente quanto a uma bebida de boa qualidade, promovendo o café conilon uma opção agronômica para essa região.

3. HIPÓTESE E OBJETIVOS

3.1. Hipótese de trabalho

Existem clones com boas características qualitativas na coleção de café conilon da Embrapa Cerrados para serem utilizados em programas de melhoramento do café conilon irrigado no Cerrado, o que permite a constatação da variabilidade genética da espécie, seleção de genitores e/ou clones e a obtenção de variedades produtivas com mais qualidade e valor agregado, no sistema de cultivo irrigado no Cerrado do Plano Central.

3.2. Objetivo geral

Caracterizar morfoagronômica e quimicamente o *Coffea canephora* Pierre ex Froehner irrigado no Cerrado do Planalto Central no Distrito Federal da coleção de trabalho da Embrapa Cerrados.

3.3. Objetivos específicos

Caracterizar morfoagronômica clones de *Coffea canephora* Pierre ex Froehner e a atributos de qualidade dos grãos, em sistema irrigado, no Cerrado do Planalto Central, da coleção de trabalho da Embrapa Cerrados.

Apurar a adaptabilidade e qualidade entre clones elite de café conilon do acervo de trabalho da Embrapa Cerrados, de acordo com as características morfoagronômica e químicas do grão.

Selecionar clones elite de café conilon que tenham características morfoagronômica e qualitativas superiores a fim de utilização em cruzamentos.

Selecionar genótipos com maiores teores de açúcar e menores teores de cafeína.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1. O Cerrado

O Cerrado é o segundo maior conjunto vegetal do Brasil e uma das áreas de maior diversidade no mundo, constituída por um mosaico vegetal composto por formações campestres (campos limpo, sujo e rupestre), formações savânicas (cerrado *Sensu stricto*, cerrado denso, cerrado ralo e cerrado rupestre) e florestais (cerradão, matas de galeria, ciliares e secas). Como área central de sua ocorrência tem-se a região do planalto central brasileiro, estendendo-se para as regiões norte, nordeste e sudeste (EITEN 1972; RIBEIRO; WALTER 1998). Sua extensão é de aproximadamente 204 milhões de hectares, ou seja, 24% do território nacional (EITEN, 1993; EMBRAPA, 2007). Segundo Goedert (1985), desde a década de 1960 já se discutia o grande potencial agrícola do Cerrado, destacando-se a necessidade de uma agricultura de grandes investimentos, tanto em pesquisa, como na melhoria da fertilidade de seus solos.

O clima é tropical (Aw, segundo a classificação de Köppen), com duas estações bem definidas, uma chuvosa no verão e outra seca no inverno. A temperatura média anual fica em torno de 22-23 °C; as máximas absolutas mensais não variam muito ao longo do ano, podendo chegar a mais de 40 °C; e as mínimas absolutas mensais variam bastante, atingindo valores próximos ou até abaixo de zero nos meses de maio, junho e julho, sendo observada a ocorrência de geadas em áreas elevadas (SETTE, 2004).

Devido a sazonalidade na distribuição das chuvas no Cerrado, tem-se usado como alternativa o sistema de produção irrigado, garantindo a produção de alimentos e a geração de emprego e renda. A precipitação média anual da região fica entre 1200 e 1800 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 próximo de 15% (SETTE, 2004).

Vários estudos têm apontado o impacto positivo da irrigação tanto no crescimento (ZANINI et al., 1994; KARASAWA et al., 2002; NAZARENO et al., 2003) quanto na produção do cafeeiro (REIS et al., 1990; ARRUDA & GRANDE, 2003; FARIA & SIQUEIRA, 2005). Em estudos realizados no Estado de Goiás, Oliveira et al. (2003), Borges et al. (2006) e Wehr et al. (2006) constataram os efeitos positivos da irrigação no crescimento, produção e qualidade da bebida em cultivares de cafeeiros de porte baixo.

4.2. O café

4.2.1. Origem e dispersão geográfica

O gênero *Coffea* é constituído por 124 espécies (DAVIS et al., 2011), sendo que as espécies predominantes no cultivo, consumo e comércio global de café são *Coffea arabica* e *Coffea canephora*. Essas espécies apresentam diferenças significativas em relação a sistemas de reprodução e propagação, número de cromossomos, base genética, origem, ciclo e tamanho das plantas, características das cerejas e grãos, demandas nutricionais, tolerância a condições de seca, suscetibilidade a pragas, doenças e nematoides, bem como composição bioquímica dos grãos, entre outros fatores (FERRÃO et al., 2017).

A planta de café é originária do continente africano. A espécie *Coffea arabica* tem sua origem na Etiópia e o *Coffea canephora* no Congo que se encontra distribuída nas regiões ocidental, central-tropical e subtropical do continente africano (CHARRIER; BERTHAUD, 1985) e foi encontrada em uma vasta área de densa floresta tropical ao sul e ao norte do Equador, que varia desde o nível do mar no Gabão a altitudes de 1.300 m em Angola, Camarões, Costa do Marfim, entre outros (CARVALHO, 1946 FERRÃO, 2007a). Nas regiões de origem ou de alta diversidade genética de espécies de café a precipitação é superior a 2.000 mm e bem distribuída, com uma estação seca de dois a três meses, umidade relativa alta, e temperaturas médias anuais em torno de 26 °C, com médias de máxima e mínima variando entre 30 °C e 21 °C (COSTE, 1992).

Entre os países produtores, em mais de 60, o café se destaca como um produto agrícola de grande importância, tanto do ponto de vista econômico

quanto social (OIC, 2012). É comercializado para centenas de mercados consumidores e está entre as cinco principais commodities agrícolas negociadas globalmente (FAO, 2010). No entanto, menos de 10% do valor financeiro movimentado anualmente permanece nos países produtores. A cadeia produtiva do café emprega direta ou indiretamente cerca de meio bilhão de pessoas, o que equivale a aproximadamente 8% da população mundial. Somente nas atividades de produção e comercialização, há uma demanda de mais de 100 milhões de pessoas trabalhando de forma direta e indireta, sendo a maioria composta por pequenos agricultores que residem em países em desenvolvimento (CIC, 2010).

O primeiro cultivo comercial de *C. canephora* ocorreu em 1870, no Congo, usando sementes de plantas silvestres coletadas às margens do rio. Segundo o Banco de Desenvolvimento do Estado do Espírito Santo (1987), a introdução dessa espécie no Brasil ocorreu no Estado do Espírito Santo, porém os relatos não são contundentes em relação à data.

4.3. O café conilon

4.3.1. Descrição botânica

C. canephora, espécie originária do continente africano, é constituída por materiais genéticos de grupos diferentes, conhecidos genericamente como Robustas e Conilons (designação usada no Espírito Santo) (FERRÃO et al., 2017a).

O café é dividido em dois principais gêneros: *Coffea* e *Psilanthus*. O gênero *Coffea* é dividido nos subgêneros: *Coffea* e *BaraCoffea*. O gênero *Psilanthus* é subdividido nos subgêneros *Psilanthus* e *AfroCoffea*. O subgênero *BaraCoffea* é representado por sete espécies, o subgênero *Coffea* abriga 80 espécies sendo aproximadamente 25 oriundas da África Continental e 55 de Madagascar (FAZUOLI, 2004), dentre elas, as espécies com expressão comercial *Coffea arabica* L. e *Coffea canephora* Pierre ex Froehner.

A espécie *C. canephora* é perene, de porte arbustivo, com caules lenhosos e podendo atingir até 5 m de altura em condições de clima quente e úmido. As folhas são 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, com 30 a 60 por verticilo foliar, de superfície lisa, com exocarpo fino, mesocarpo aquoso e endocarpo delgado (FAZUOLI, 1986).

É uma espécie, diploíde, alógama, com autoincompatibilidade gametofítica, compondo populações com grande variabilidade (FERRÃO et al., 2017b; MORAES et al., 2018). A autoincompatibilidade gametofítica e a reação de incompatibilidade ocorre entre o tubo polínico e o grão de pólen, que não deve compartilhar o mesmo alelo da planta receptora (LASHERMES et al., 1996; NOWAK et al., 2011). Nesta espécie, a autoincompatibilidade tem sua expressão governada por apenas um gene multialélico identificado pela letra S (BERTHAUD, 1980). A polinização dessa espécie ocorre por anemofilia e entomofilia e a fecundação cruzada ocorre entre indivíduos geneticamente não relacionados.

A espécie *C. canephora* é subdividida em dois grupos de materiais genéticos distintos, classificados como Congolense, no qual está incluído o café conhecido como robusta; e o grupo Guineano, no qual o café do tipo Kouillou (variedade Conilon, no Brasil) está contido. O grupo Guineano é originário da Costa do Marfim, Guiné e Libéria, possuem como características plantas muito ramificadas, folhas estreitas, maturação precoce, altos teores de cafeína (2,9%), suscetibilidade à ferrugem, resistência à seca e bebida inferior ao quando comparada ao Congolês. O grupo Congolês formado por Conilon e alguns tipos de Robusta e híbridos são encontrados no Gabão e Congo, o Robusta puro está distribuído na República Centro-Africana, República do Congo, Camarões e Uganda, suas características são folhas afiladas, plantas ramificadas, moderada resistência ou tolerância à seca, qualidade de bebida superior ao grupo Guineano possuindo corpo, aroma e acidez, bem como maior resistência a ferrugem FAZUOLI et al. (2009). A diferenciação entre esses grupos nas coleções não é fácil visto que a forma natural de reprodução da espécie leva a alta heterozigose nos indivíduos da população, sendo comum referir-se às plantas de café como Robusta ou Conilon, sem distinção (FERRÃO, 2007a).

4.3.2. Importância econômica

Desde a sua chegada ao Brasil, a cafeicultura desempenhou um papel fundamental na formação do nosso país. Principalmente a partir do século XIX, o plantio e a comercialização do café relacionavam-se diretamente com os rumos da economia e da política nacional. Foi a principal riqueza brasileira durante várias décadas, chegando a representar 70% das exportações na década de 1920 (EMBRAPA, 2005 FASSIO e SILVA, 2007).

A produção mundial de café em 2022/23, foi de 170,01 milhões de sacos de 60 kg, ano de alta bienalidade, destes, cerca de 46% provindos de diversas variedades da espécie *C. canephora*, que nos últimos anos vêm aumentando continuamente sua participação, mostrando a importância da cultura no mercado mundial, no entanto, é esperado uma queda de 1,6% na produção do ano 2023/24, de acordo com os dados do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA).

A produção nacional de café em 2022/23 foi de 50,92 milhões de sacos de 60 quilos de café beneficiado, das quais 20,80 milhões de sacas de café conilon. Isso representa 40,5% do total, com um acréscimo de 7,9% ao ano anterior. Essa alta produção ocorreu devido ao clima favorável com boas precipitações e temperaturas ideais favoreceram a planta nos estágios fenológicos de desenvolvimento do grão. A área total plantada com a cultura do café, no Brasil, totaliza 2,24 milhões de hectares. A safra de café vem ganhando área a cada ano e se comparada com o ano de 2022 é 1,8% maior. Desse total, 400,6 mil hectares (17,9%) estão em formação e 1,84 milhão de hectares (82,1%) em produção. Em Minas Gerais está concentrada mais da metade da área plantada (1.334.200 hectares) responsável por 60% de toda área cultivada no país, predominando o café arábica, e o Espírito Santo com a terceira maior área plantada (160.919 hectares) e segundo maior produtor, onde predomina o café conilon. No ano de 2023 houve aumento de área cultivada com café conilon em todas as regiões produtoras com destaque para o Espírito Santo (67% de área cultivada) com aumento de 4,3% de área em relação a safra de 2022. Analisando esses dados o Brasil permanece em uma posição de destaque no cenário econômico mundial, sendo reconhecido como o maior produtor e exportador de café, como também segundo maior produtor

de café da espécie conilon correspondendo a aproximadamente 28% da produção mundial, atrás apenas do Vietnã (CONAB, 2023; USDA, 2023).

A qualidade do café tem sido avaliada, tradicionalmente, por meio de critérios que envolvem a determinação do seu tipo (relativo ao número de defeitos internos e externos em amostras de 300/g), percentual de grãos brocados e pela peneira (tamanho de grãos).

No século XIX inicia-se a classificação do café no Brasil. A primeira referência oficial de classificação foi estabelecida na Província do Rio de Janeiro por meio da Lei nº 33, que classificava os cafés por categorias com base nas características físicas, como a coloração e integridade dos grãos. Durante um longo período, os cafés eram identificados de acordo com os portos de embarque, sendo conhecidos como cafés do Rio, cafés de Santos, cafés da Bahia e cafés do Ceará (TEIXEIRA; PEREIRA; PINTO, 1974)

O café é um bem com grande destaque na economia mundial, sendo reconhecido como um produto universal, gerando renda e emprego para países tanto produtores como consumidores (PONTES, 2002). Observa-se um aumento gradual na produção e exportação mundial de café, impulsionado principalmente pelo Vietnã e Brasil, que têm aumentado significativamente suas produtividades por meio do uso contínuo e intensivo de insumos e tecnologia. Como resultado, o mercado global de café está se consolidando e se tornando mais maduro, atraído pelos diferentes perfis e tipos de bebidas demandados, especialmente pelos mercados emergentes (PIRES, 2015). Existe uma dicotomia no mercado do café no qual a produção ocorre em regiões do hemisfério sul onde os países são subdesenvolvidos ou em desenvolvimento, cultivados por pequenos produtores associados a agricultura familiar. No entanto, a demanda pelo consumo se concentra em países desenvolvidos no hemisfério norte (JACOMINI; BACHA; FERRACIOLLI, 2015).

Os cafés que são classificados de acordo com os critérios do CQI (Coffee Quality Institute) têm a oportunidade de receber um certificado de qualidade emitido pela instituição, mediante acordo de licenciamento e credenciamento de avaliadores. Esse certificado proporciona condições comerciais mais favoráveis e equitativas para esses cafés (CQI/UCDA, 2015).

A cadeia produtiva do café tem se destacado no âmbito social, principalmente no estado do Espírito Santo, onde as lavouras de café conilon são de pequeno porte com uma área média de 8,0 ha, evidenciando a importância da agricultura familiar e de pequenas propriedades, sendo a cafeicultura do café conilon, responsável pela geração de empregos, distribuição de renda e fixação do homem no meio rural (FASSIO; SILVA, 2007).

Os mercados mais exigentes têm considerado os seguintes principais atributos para definir a qualidade do café conilon: a) características físicas, como defeitos dos grãos; b) características da bebida, como corpo e amargor; c) características tecnológicas, como extratibilidade; d) critérios sociais observados no processo de produção; e) critérios relacionados ao meio ambiente; f) segurança alimentar; g) constância e estabilidade de oferta; h) origem; e i) preço (RIBEYRE et al., 2003). Além disso, uma atenção especial tem sido direcionada a outros critérios relacionados à composição dos grãos, especialmente em relação ao teor de cafeína, ácidos clorogênicos, trigonelina, proteínas, açúcares e minerais. De acordo com Palacin et al. (2005), a preocupação com a segurança alimentar tem se tornado cada vez mais relevante, tornando-se um fator importante na avaliação qualitativa do café.

C. canephora é uma espécie rústica, bastante pesquisada nos últimos anos, apresenta grande potencial no que se refere à produção, processamento industrial e consumo, com perspectivas promissoras para atender a uma parcela significativa da demanda global em constante crescimento.

4.3.3. Melhoramento genético em *Coffea canephora*

Ao longo da história teve-se menor ênfase da pesquisa científica sobre o melhoramento do café conilon, devido à sua baixa importância comercial quando relacionado ao café arábica, que iniciou sua exploração comercial, na década de 1960 no estado do Espírito Santo (FERRÃO, 2004). No entanto essa situação vem mudando com o lançamento de diversas cultivares e clones que vem sendo desenvolvidas e lançadas pelas Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA RONDÔNIA) e Instituto Capixaba de Pesquisa Agropecuária (INCAPER) nos últimos.

O cafeeiro exige procedimentos especiais para algumas características, afim de evitar um melhoramento de baixa eficiência de resposta aos parâmetros avaliados. Dentre estas características, destacam-se: longos períodos para a obtenção de flores e sementes oriundas dos cruzamentos; necessidade de grandes áreas de cultivo, o que eleva o custo e o tempo de avaliações de campo; oscilação anual de produção (bienalidade); necessidade de avaliação da precocidade e da longevidade de produção, entre outras (SERA 2002).

Os principais métodos de melhoramento utilizados visam a explorar a variabilidade inerente à espécie, selecionando plantas-matrizes, formando populações e melhorando-as por seleção recorrente, desenvolvendo variedades clonais, híbridos e variedades sintéticas. Ferrão (2004) citando diversos autores afirma que a alogamia, característica da espécie *C. canephora*, garante ampla variabilidade, e heterozigose, qualidades que são importantes em programas de melhoramento genético. Na agricultura moderna, com o objetivo de aumentar a produtividade, é fundamental dar atenção especial à utilização de cultivares superiores obtidas por meio do melhoramento genético. Além disso, é essencial melhorar as condições de plantio e manejo da cultura para alcançar melhores resultados. A relação aditiva entre essas condições tem sido quantificada em diversas culturas (PALLET; SALE, 2006).

Na cafeicultura clonal, o plantio de clones incompatíveis pode comprometer a produtividade, devido à redução na taxa de polinização e qualidade do grão de café, resultando em aumento da taxa de grãos moca (FERRAO et al., 2007; ROCHA et al., 2015). As principais consequências da autoincompatibilidade em *C. canephora* são a ausência de autofecundações, a não fecundação entre flores da mesma planta e deficiência nos cruzamentos quando se utilizam materiais genéticos aparentados e a formação de populações altamente heterozigotas e, portanto, heterogêneas. Assim, no caso de desenvolvimento de cultivares clonais em que há necessidade de definir que clones devem ser agrupados, são de fundamental importância estudos prévios de compatibilidade genética das plantas componentes (FERRAO et al., 2017).

Segundo Rodrigues *et al.* (2012) os principais objetivos nos programas

de melhoramento de café conilon são: elevar a produtividade e qualidade dos grãos, aumentar a precocidade, a longevidade e a estabilidade de produção, obter maior tamanho de grãos, baixo percentual de grãos moca, maior uniformidade de maturação, resistência a pragas, menores teores de cafeína, arquitetura adequada ao adensamento da lavoura e manejo da planta, adaptabilidade a diversos ambientes, tolerância a seca e arquitetura mais adequada a colheita mecanizada e ao plantio irrigado via pivô central, comum na região.

Segundo Ferrão (2000), devido a facilidade de clonagem e a sua autoincompatibilidade em *Coffea canephora* é comum o desenvolvimento de variedades clonais.

A busca constante pela melhoria da qualidade do café deve ser encarada como uma estratégia global, com o objetivo de promover o aumento do uso do café robusta em blends e na fabricação de solúveis, cafés espresso, outras bebidas à base de café e além de seu uso na indústria farmacêutica.

4.3.4. Qualidade do café conilon

A espécie *Coffea canephora* é reconhecida por suas notáveis propriedades na produção de cafés solúveis, sendo frequentemente utilizada em blends com café arábica na indústria de cafés torrados. Isso confere ao produto final uma maior competitividade no mercado (FONSECA, 2007). Os resultados alcançados até o momento são indicativos de avanços expressivos na qualidade do produto, consolidando sua presença cada vez mais evidente nas diferentes formas de consumo de café em todo o mundo (FERRÃO et al., 2013; SILVA; MORELLI; VERDIN FILHO, 2015).

A espécie *C. canephora* foi introduzida no Brasil no início do século XX, mas sua exploração comercial teve início apenas nos anos 60 (FONSECA, 1999; FONSECA; FERRÃO M.; FERRÃO R., 2002). A partir da década de 1970, sua importância aumentou significativamente. Nos últimos anos, houve uma expansão extraordinária do cultivo dessa espécie, impulsionada pelo seu papel cada vez mais frequente e expressivo em blends de cafés torrados e moídos, além do crescente consumo de café solúvel em todo o mundo. Além disso, o surgimento de inúmeras formas alternativas de consumo também tem contribuído para o crescimento do cultivo de *C. canephora*, uma vez que essa

espécie é mais atrativa para a indústria devido à sua maior rentabilidade na produção dessas formas de consumo (FONSECA et al., 2015).

Em 1971, o Instituto Brasileiro de Café (IBC) estabeleceu, por meio da resolução nº 535, uma classificação abrangente para a bebida do café da espécie arábica (*C. arabica* L.). Essa classificação incluiu a categoria de Bebida Fina, com seus respectivos subgrupos, e a categoria de Bebidas Fenicadas também com seus subgrupos e apresentando sabor típico de iodofórmio em graduações distintas (SILVA, 2005).

A composição química dos grãos é de extrema importância pois afeta diretamente a qualidade do café, que é 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; TEIXEIRA, 2001).

Quanto aos constituintes químicos dos grãos, o café conilon apresenta maiores teores de sólidos solúveis e de cafeína em relação ao café arábica (CLIFFORD, 1975; MORAES, 1973). Em relação a qualidade de bebida, são esperados altos teores de sólidos solúveis, pois este é um parâmetro de qualidade que fornece “corpo” e sabor à bebida. A associação desses compostos não voláteis com a formação do corpo da bebida é considerada como sendo de suma importância na qualidade. Portanto, o teor de sólidos solúveis se torna um parâmetro relevante para os programas de melhoramento genético do café, principalmente o conilon.

O parâmetro que apresenta melhor correlação para determinar a acidez do café é a acidez total titulável (VOILLEY et al., 1981). Espera-se uma acidez maior em cafés que possuem maior qualidade. Entretanto, outros autores sugerem que o pH estaria mais relacionado à acidez perceptível (SIVETZ; DESROSIER, 1979).

Grãos provenientes da espécie *C. canephora* apresentam características organolépticas e químicas diferentes dos de café arábica, sendo caracterizados como cafés de bebida neutra, encorpada e com amargor pronunciado. Por ser sensorialmente distinto 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.

Os ácidos carboxílicos apresentam características sensoriais importantes sendo o sabor azedo a ser utilizado como critério de classificação. Os ácidos constituídos com quatro a oito átomos de carbono apresentam odores desagradáveis, no entanto, ácidos em pequenas concentrações são responsáveis por muitas fragrâncias.

Os ácidos carboxílicos encontrados nos cafés são de baixa massa molecular e voláteis, responsáveis por contribuir de forma significativa o sabor e aroma da bebida, atributos importantes na determinação da qualidade sensorial. O conteúdo de ácidos carboxílicos em cafés está altamente associado ao nível de maturação dos grãos.

Os ácidos orgânicos produzem maiores quantidades de íons hidrogênio que em maiores concentrações diminuem o pH do meio, menores valores de pH são associados à acidez mais intensa perceptível na bebida.

No processo de torração os ácidos acético e láctico são gerados por meio de percursos como a sacarose. O conteúdo desses ácidos, principalmente na forma livre, exerce influência sobre a acidez da bebida de café (VERDARDO et al., 2002).

Os ácidos orgânicos conferem brilho e vivacidade a bebida do café, justificando o fato de cafés com elevada acidez apresentarem diferencial de preço no mercado (KITZBERGER, 2012; LINGLE, 2011). No entanto, alguns ácidos orgânicos (ácido acético, ácido fórmico, entre outros), quando presentes em grãos de café podem apresentar prejuízos para a qualidade de bebida devido a diferentes níveis de fermentação que ocorrem nos grãos, os diferentes estágios de maturação e a quantidade de defeitos (grãos pretos e ardidos).

O índice de acidez e o perfil de ácidos orgânicos em café são importantes ferramentas que podem servir na avaliação da qualidade de bebida. O sabor agradável do café também está relacionado à doçura. No café encontram-se vários açúcares: glicose, frutose, galactose, sacarose, maltose, manose, etc, apresentando estes, diferentes poder adoçante. A determinação do perfil de açúcares no café e o conteúdo de açúcar total permitem a identificação de acessos que produzem cafés de qualidade superior para o atributo doçura.

REFERÊNCIAS

ABIC – **Associação Brasileira da Indústria do Café. Indicadores da indústria do café no Brasil**, 2015. Disponível em: < <http://www.abic.com.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=61>> Acesso em: 10 Dez. 2016;

ASSAD, E. D.; PINTO, H. S.; ZULLO JUNIOR, J.; ÁVILA, A. M. H. Impacto das mudanças climáticas no zoneamento agroclimático do café no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 11, p. 1057-1064, 2004.

AMABILE, R. F. **Caracterização molecular, morfoagronômica e de qualidade de grãos de genótipos elite de cevada irrigada no Cerrado**. P. 220, 2013. Tese (Doutorado) – Universidade de Brasília, 2013.

ARRUDA, F. B.; GRANDE, M. A. Fator de resposta da produção do cafeeiro ao déficit hídrico em Campinas. *Bragantia*, Campinas, v. 62, n. 1, p. 139-145, 2003.

BERTHAUD, J. Incompatibility in *Coffea-Canephora* - Test Method and Genetic Determinism. **Cafe Cacao The**, v.24, n.4, p.267-274, 1980.

BERTHAUD, J. Les ressources génétiques pour l'améliorations des caféiers africains diploides. Evaluation de la richesse génétique des populations sylvestres et de ses mécanismes organisateurs. **Conséquences pour l'application**. Paris: ORSTOM, 1985.

BORGES, L. L. et al. **Produtividade de cultivares de cafeeiros irrigados nas condições do cerrado de Goiás**. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA EM CAFEICULTURA IRRIGADA**, 8., Araguari, 2006. **Anais...** Araguari: ACA, p. 50-53, 2006.

CASTRIC, V.; VEKEMANS, X. Invited Review: Plant self-incompatibility in natural populations: a critical assessment of recent theoretical and empirical advances. **Molecular Ecology**, v.13, n.10, p.2873-2889, 2004.

CHARRIER, A.; BERTHAUD, J. Botanical classification of coffee. In: CLIFFORD, M. N.; WILLSON, K. C. (Eds.). **Coffee: botany, biochemistry**

and production of beans and beverage. London: Croom Helm; Westport Conn, p. 13-47, 1985.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Café, Safra 2016, Terceiro Levantamento**, Brasília, set. de 2016. 59p. Disponível em: <www.conab.gov.br> Acesso em: 10 Dez. 2016;

COSTE, R. **Le caféier.** Moissonneuve e Larose, Paris, 1968.

CQI/UCDA. **Coffee Quality Institute/Ugandan Coffee Development Authority.** Fine robusta coffee standards and protocols. Disponível em: . Acesso em: 27 jun. 2015.

CRUZ, C. D. **Programa Genes:** aplicativo computacional em genética e estatística. Versão Windows – 2007. Viçosa: UFV, v. 1, p.442, 1997.

EITEN, G. The cerrado vegetation of Brazil. **The Botanical Review.** v.38 n.2 : p. 201-339. 1972.

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

EMBRAPA. **Agência de Informações.** Bioma Cerrado. 2007. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia16/AG01/Abertura.html>>. Acesso em: dez/2016.

FALCÃO, A. J. S.; MARTINS, E. N.; COSTA, C. N.; MAZUCHELI, J.. Efeitos do número de animais na matriz de parentesco sobre as estimativas de componentes da variância para produção de leite usando os métodos de máxima verossimilhança restrita e bayesiano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 8, p. 1478-1487, 2009.

FARIA, R. T.; SIQUEIRA, R. Produtividade do cafeeiro e cultivos intercalares sob diferentes regimes hídricos. *Bragantia*, Campinas, v. 64, n. 4, p. 583-590, 2005.

FASSIO, L. H.; SILVA, A. E. S. da. Importância econômica e social do café conilon. In: FERRÃO et al. (Eds.) **Café conilon**. Vitória, ES: INCAPER. 702p, 2007.

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.

FAZUOLI, L.C.; MISTRO, J.C.; BRAGHINI, M.T. Melhoramento do café robusta no Instituto Agronômico de Campinas. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Tecnologias para produção do café conilon**. Viçosa: UFV. p.201-247, 2009.

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**. Viçosa: DFT/UFV, 2004. 256f. **Tese** (Doutorado em Genética e Melhoramento) - Universidade Federal de Viçosa, 2004.

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. **Simpósio Brasileiro de Pesquisa dos Cafés do Brasil**, Poços de Caldas, MG, 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 et al. (Eds.) **Café Conilon**. Vitória: INCAPER. 702p. 2007a.

FERRÃO, M. A. G.; FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A da; VERDIN FILHO, A. C.; VOLPI, P. S. Origem, dispersão geográfica, taxonomia e diversidade genética de *Coffea canephora*. In: FERRÃO, R. G.; FONSECA. A. F. A.;

FERRÃO, M. A. G.; DE MUNER, L. H. (Eds.). **Café Conilon**. 2. ed. Vitória. ES: Incaper, v. 1, p. 81-101. 2017a.

FERRÃO, R. G. et al. Melhoramento genético do *Coffea canephora*. In: FERRÃO, R.G. et al. (Ed.). **Café Conilon**. Espírito Santo: Incaper, p.121-173, 2007b.

FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A. da; FERRÃO, L. F. V.; PACOVA, B. E. V. (Eds.). **Conilon Coffee**. The *Coffea canephora* produced in Brazil. 2. ed – Updated and expanded. 131p, Vitória, ES: Incaper. 2017.

FERRÃO, R. G.; SILVA, A. E. S. da; FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A. da. No ES Cafeicultura Responde por 43% da Produção Agrícola. **Visão Agrícola**, v. 12, p. 95-96, 2013.

FIGUEIREDO L.P. **Abordagem sensorial e química da expressão de genótipo de Bourbon em diferentes ambientes**. 2013. 127 p. Tese (doutorado em Ciência de Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

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

FONSECA, A. F. A. da; FERRÃO, M. A. G.; FERRÃO, R. G. **A cultura do café robusta**, 2000. In: **SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL**, 1., 2000, Poços de Caldas. Anais... Brasília, DF: p. 759-761, 2002.

FONSECA, A. F. A. da.; FERRÃO, M. A. G.; FERRÃO, R. G.; VERDIN FILHO, A. C. O café conilon. In: FONSECA, A. F. A. da; SAKIYAMA, N. S.; BORÉM, A. (Eds.). **Café conilon: do plantio à colheita**. Viçosa, MG: UFV. p. 9-28, 2015.

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. 6, p. 599-605, 2006.

JACOMINI, R.; BACHA, C. J. C.; FERRACIOLI, K. G. Comparação entre as políticas de café do Brasil e da Etiópia a partir de 1990. **Revista de Política Agrícola**, v. 24, n. 1, p. 20-30, 2015.

INSTITUTO ADOFLO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. : métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3.ed., p. 190- 192, 1985.

KARASAWA, S.; FARIA, M. A.; GUIMARÃES, R. J. Resposta do cafeeiro cv. Topázio MG-1190 submetido a diferentes épocas de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 6, n. 1, p. 28-34, 2002.

KOZLOWSKI, T.T.; PALLARDY, S.G. **Physiology of woody plants**. 2. ed. San Diego: Academic Press. 411p. 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.

LIMA, L. L. A., SCHULER, A., GUERRA, N. B., Otimização e validação de método para determinação de ácidos orgânicos em vinhos por cromatografia líquida de alta eficiência. **Química Nova**, v. 33, n. 5, p. 1186-1189, 2010.

MATIELLO, J. B., SANTINATO R., GARCIA, A. W. R., ALMEIDA, S. R., FERNANDES, D. R., Cultura de Café no Brasil, **Novo Manual de Recomendações**, Edição 2005.

MATIELLO, J. B., SANTINATO R., GARCIA, A. W. R., ALMEIDA, S. R., FERNANDES, D. R., **Cultura de Café no Brasil, Manual de Recomendações da cultura de café no Brasil**, Edição 2010.

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

NAZARENO, R. B. et. al. Crescimento inicial do cafeeiro Rubi em resposta a doses de nitrogênio, fósforo e potássio e a regimes hídricos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 38, n. 8, p. 903-910, 2003.

NOWAK, M. D.; DAVIS, A. P.; ANTHONY, F.; YODER, A. D. Expression and Trans- Specific Polymorphism of Self-Incompatibility RNases in Coffea (Rubiaceae). **Plos One**, v.6, n.6, 2011.

OLIVEIRA, L. F. C. et al. Avaliação de cultivares de café irrigado nas condições do cerrado de Goiás. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA EM CAFEICULTURA IRRIGADA, 6., Araguari, 2003. **Anais...** Uberlândia: UFU, p. 202-207, 2003.

PALACIN, J. J. F.; LACERDA FILHO, A. F.; MELO, E. C.; SILVA, J. S.; DONZELES, M. L. Boas práticas para produzir café com qualidade. In: **SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL**, 4., 2005, Londrina, PR. Anais... Brasília, DF: Embrapa Café: CBP&D/Café, 1 CD-ROOM. 2005.

PALLET, R. N.; SALE, G. The relative contributions of tree improvement and cultural practice toward productivity gains in Eucalyptus pulpwood stands. **Forest Ecology and Management**, v. 193, p. 33-43, 2006.

PIRES, O. Visão global do café robusta. **Palestra Coffee Dinner 2015**. São Paulo, SP: 2015.

R CORE TEAM. R. A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria. 2019. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 01 dez. 2020.

REIS, G. N.; MIGUEL, A. E.; OLIVEIRA, J. A. Efeito da irrigação, em presença e ausência da adubação NPK, em cafeeiros em produção: resultados de 3 produções, em Caratinga - MG. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA CAFEIRA, 16., Espírito Santo do Pinhal, 1990. Resumos...** Espírito Santo do Pinhal: MAPA/Procafé, p. 19-21, 1990.

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

RIBEYRE, F. Reconocimiento de calidades de robusta In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE QUALIDADE DE CAFÉ, 1., 2003, Campinas. Palestras... Campinas, SP: IAC – Instituto Agrônomo de Campinas, 2003. Disponível em: . Acesso em: ago. 2015.

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.

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

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. Fitofitofisionomias do bioma cerrado. In: SANO, S. M. ; ALMEIDA, S. P. **Cerrado: ambiente e flora**. EMBRAPA-CPAC. p. 89-166. 1998.

SETTE, D. M. Os climas do cerrado do Centro-Oeste. **Revista Brasileira de Climatologia**, 1(1): p. 29-42, 2004.

SHIMODA, M.; SHIBAMOTO, T. Isolation and identification of headspace volatiles from brewed coffee with na on-column GC/MS method, **Journal of Agriculture and Food Chemistry** v. 38, p. 802-804, 1990.

SILVA, J. S. da; 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. (Eds.). **Café conilon: do plantio à colheita**. Viçosa, MG: UFV, p. 204-230, 2015.

dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005. dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.

SILVEIRA, J. S. M. Irrigação em café: café conilon irrigado no Espírito Santo. In: **SIMPÓSIO ESTADUAL DO CAFÉ**, 1., 1995, Vitória, ES. Anais... Vitória: Cetcaf, p. 66-83, 1996.

SILVEIRA, J. S. M.; CARVALHO, C. H. S. de. Efeito da época de irrigação sobre o crescimento do ramo plagiotrópico e da longevidade foliar do café conilon. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIIRAS**, 22., 1996, Águas de Lindóia. Trabalhos apresentados... Águas de Lindóia, SP: SDR/Procafé/ Embrapa, p. 99-100. 1996.

SINGH, D. The relative importance of characters affecting genetic diversity. **Indian Journal of Genetics and Plant Breeding**, v. 41, n. 2, p. 237-245, 1981.

SIVETZ, M.; DESROSIER, N.W. Physical and chemical aspects of coffee. **Coffee technology**. 716p, 1979.

SOARES, A. R. Irrigação, fertirrigação, fisiologia e produção em cafeeiros adultos na região da Zona da Mata de Minas Gerais. 2001. 90 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

SOUZA, S. M. C. de. **O café (*Coffea arabica* L.) na região Sul de Minas Gerais: relação da qualidade com fatores ambientais, estruturais e tecnológicos**. 1996. 171p. Tese - Universidade Federal de Lavras, 1996.

TEIXEIRA, A. A.; PEREIRA L. S. P.; PINTO, J. C. A. Classificação de cafés: noções gerais. Rio de Janeiro. **Instituto Brasileiro do Café**. 117p, 1974.

TEIXEIRA, A. A.; TEIXEIRA, A. R. R. Cuidados na colheita, secagem e armazenamento. In: Seminário sobre a qualidade dos cafés descascados, I., 2001, Venda Nova do Imigrante, ES. **Palestras...**, p.1-5, 2001.

THOMAZIELLO, R. A. Uso da poda no cafeeiro: por que, quando e tipos utilizados, **Visão agrícola**. nº12 p 33-36, 2013.

VIEIRA, L. G. E. et al. Brazilian coffee genome project: an EST-based genomic resource. **Journal of Plant Physiology**, v.18 n. 1: p. 95-108, 2006.

VOILLEY, A.; SAUVAGEOT, F.; SIMATOS, D.; WOJCIK G. Influence of some processing conditions on the quality of coffee brew. **Journal of Food Processing and Preservation**, v.5, n. 3, p. 135-143, 1981.

WEHR, T. R. et al. Produtividade de cultivares de cafeeiros irrigados nas condições do cerrado de Goiás. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA EM CAFEICULTURA IRRIGADA, 8., Araguari, 2006. Anais... Araguari: ACA, 2006. p. 54-57, 2006.

ZANINI, J. R. et al. Efeitos da irrigação no desenvolvimento vegetativo de cafeeiros novos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 23., Campinas. Manuscrito, 1996.

RESPOSTA DE CULTIVARES DE CAFÉS CONILON NO CERRADO CENTRAL AO MANEJO IRRIGADO VIA PIVÔ CENTRAL POR ASPERSÃO

Resumo: O cultivo do café vem crescendo expressivamente, visto que a demanda mundial teve um aumento considerável nas últimas décadas. Dentre os cafés, o café conilon tem sido uma boa opção de cultivo no Cerrado, pois apresenta boa produção em áreas de altas altitudes, entretanto o estudo do café canéfora em sistema irrigado no Cerrado é algo recente. O trabalho objetivou-se em analisar potencial produtivo dos clones superiores de cultivares de café canéfora por meio do desempenho agrônômico em condições irrigadas no Cerrado Central e de selecionar os clones destaque para uma futura utilização em programas de melhoramento genético. O experimento foi realizado na área experimental da Embrapa Cerrados em Planaltina – DF, em um delineamento experimental de Blocos ao Acaso, com três repetições. As cultivares avaliadas foram Diamante ES 8112, ES 8122 – Jequitibá e Centenária ES 8132, composta cada uma por 9 clones totalizando 27 genótipos de café conilon, com diferentes épocas de maturações. Os clones foram plantados com espaçamento 3,5 x 0,5 m em sistema de irrigação por pivô central. As características avaliadas de duas safras (2018 e 2020) foram: produtividade média de grãos (PMG); percentual de grãos retidos na peneira 16 (peneira > 16); percentual de grãos moca (GMO); altura média da planta (AP), projeção da copa (PC) e número de nós produtivos (NNP). Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias agrupadas entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância. Com base no resultado da análise de variância, houve diferença significativa em todos os ciclos de maturação para as características PMG, peneira > 16 mm, GMO, AP, PC e NNP. As médias de porcentagem de tamanho de grãos em peneira tamanho 16 ou maiores foram distintas nos três grupos analisados. Verificou-se que as médias de produção de grãos beneficiados (PMG), foram distintas nos dois anos avaliados, devido as condições ambientais impostas de um ano para outro. Dentro dos clones, o clone 207 apresentou o maior valor de rendimento de grãos em 2020 com 12493 kg ha⁻¹.

Palavras-chave: Café canéfora; desempenho agrônômico; irrigação; melhoramento genético.

INTRODUÇÃO

O gênero *Coffea* pertence à família Rubiaceae contendo 124 espécies (DAVIS et al., 2011) mas apenas duas, *Coffea arabica* L. (53,65%) e *Coffea canephora*, Pierre ex A. Froehner (46,35%), são cultivadas comercialmente e respondem praticamente por todo o café produzido no mundo. A maior parte das espécies são utilizadas nos programas de melhoramentos, como fontes de genes selvagens (naturais), com características distintas, importantes para cruzamentos e obtenção de cultivares superiores (FERRÃO et al., 2019).

Na maioria das regiões tradicionalmente produtoras de café, predomina o cultivo da espécie *Coffea arábica* L, porém nas regiões de menores altitudes e temperaturas elevadas, principalmente nos estados do Espírito Santo, Rondônia, Bahia, a área cultivada com *Coffea canephora* tem se expandido a exceção do Espírito Santo na qual a cultura encontra-se consolidada. Originária das florestas úmidas, de baixas altitudes, que se estendem da costa oeste até a região central do continente africano, a espécie apresenta ampla adaptação às condições edafoclimáticas tropicais de temperaturas elevadas e altitudes abaixo de 500 m. É a segunda espécie do gênero mais cultivada no mundo, constituída por materiais genéticos de grupos diferentes, conhecidos genericamente como Conilon e Robusta. No Brasil o Espírito Santo tem se destacado como o maior produtor do gênero Conilon (FERRÃO et al., 2019).

Os cafés da variedade botânica Conilons caracterizam-se por apresentar plantas de hábito de crescimento arbustivo, caules ramificados, folhas alongadas, ciclos de maturação variado, tolerância à seca e maior suscetibilidade às doenças. Já o grupo Robusta apresenta planta com hábito de crescimento ereto, caules de maior diâmetro e pouco ramificados, folhas e frutos de maior tamanho, maturação tardia, maior vigor, menor tolerância à seca, maior resistência a doenças e bebida de boa qualidade. (FERRÃO et al., 2019).

Verifica-se ampla variabilidade genética entre as características citadas anteriormente (FERRÃO et al., 2017; FERRÃO et al., 2019). Trata-se de espécie rústica, constituída de populações expressando alta variabilidade,

com indivíduos altamente heterozigotos (FONSECA, 1999). O uso de clones apresenta vantagens competitivas sobre a cafeicultura seminal por apresentar precocidade de produção, facilidade na realização das práticas culturais, altas produtividades, maior tamanho de grãos, maior uniformidade de maturação dos frutos, melhor qualidade dos grãos e escalonamento da colheita, podendo ser utilizada em diferentes níveis tecnológicos (ESPINDULA e PARTELLI, 2011). Na cafeicultura clonal, o plantio de clones incompatíveis pode comprometer a produtividade, devido à redução na taxa de polinização e qualidade do grão de café, resultando em aumento da taxa de grãos “móca” (FERRAO et al., 2007; ROCHA et al., 2015).

A alta demanda por cafés nas últimas décadas, no Brasil e no mundo, associadas a grande expansão da cultura gerou uma demanda por novas tecnologias, em especial por cultivares geneticamente superiores e adaptadas a diferentes ambientes e a necessidades dos produtores, das indústrias e dos consumidores. Em face dessa realidade, diferentes instituições públicas brasileiras vêm trabalhando com programas de melhoramento genético da espécie, para ambientes e locais distintos dos usualmente cultivados (FERNANDES et al., 2012).

O estudo do café Conilon em sistema irrigado no Cerrado ainda é novo, sendo poucas as informações sobre seu comportamento nesse ambiente. Portanto, a introdução de cultivares e clones de *Coffea canephora* no ambiente Cerrado é uma oportunidade para aumentar o conhecimento de sua variabilidade genética, além de verificar o comportamento agrônomo em sistema de produção distinto.

Ferrão (2021), constatou que o comportamento dos clones de café conilon em maiores altitudes é diferente do cultivado em baixas altitudes e que a maturação dos frutos tende a ser mais tardia à medida que o ambiente é mais frio, como ocorre também observado no café arábica.

A avaliação do comportamento e quantificação da variabilidade genética de diferentes características associadas à produção e qualidade em novos ambientes com potencial para a cultura, épocas e anos de uma determinada espécie são de fundamental importância em programas de melhoramento, visando a seleção de materiais genéticos para serem utilizados em

estratégias de melhoramento via sexuada (semente) e ou assexuada (clones) (FALCONER, 1981; FERRÃO et al., 2017; 2019).

O objetivo do trabalho foi avaliar clones de cultivares superiores de cafés Conilon, em ambiente distinto das áreas onde foram desenvolvidas as cultivares, em sistema irrigado de produção e altitude de 1000m nas condições do Cerrado central.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na área experimental da Embrapa Cerrados, localizada em Planaltina – DF, com altitude de 1.030 m e as análises químicas foram realizadas no Laboratório de Ciência e Tecnologia de Alimentos do mesmo centro de pesquisa.

O clima típico da região onde o ensaio foi instalado, segundo Köppen, é do tipo Aw, área plana de Latossolo Vermelho Escuro com textura argilosa e apresentando média anual de 1200 mm de chuva, com duas estações típicas de períodos chuvosos e de seca e temperatura média anual de 22°C.

O ensaio foi instalado em delineamento de blocos ao acaso, com cada grupo de clones separados em ensaios distintos, de acordo com o ciclo de maturação. As cultivares objeto do estudo foram: Diamante ES 8112, Jequitibá ES 8122 e Centenária ES 8132 constituídas pelo agrupamento de clones com diferentes épocas de maturações. Cada cultivar possui 9 clones, com maturações precoce (maio), intermediária (junho) e tardia (julho), respectivamente (FERRÃO et al., 2013bcd), provenientes do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper). Essas cultivares apresentam produtividade média 120,0 sacas beneficiadas/ha em condições irrigadas, estabilidade de produção, alto vigor vegetativo, boa uniformidade de maturação dos frutos, grãos grandes, tolerância a seca, moderada resistência a *Hemileia vastatrix* e qualidade superior de bebida. (FERRÃO et al., 2015).

Na implantação do experimento foram adicionados 120 g de superfosfato triplo e 24,5 g de *fritted trace elements* (FTE BR 12) por cova. A calagem foi de duas toneladas por hectare de calcário dolomítico, com o objetivo de elevar a saturação de bases para 60%, sendo metade da dose aplicada antes da

aração e a segunda metade, antes da gradagem, e também foi feita a aplicação de duas toneladas por hectare de gesso agrícola 60 dias após a calagem. A adubação anual após segundo ano, consistiu de 450 kg ha⁻¹ de nitrogênio na forma de ureia, 450 kg ha⁻¹ de K₂O na forma de cloreto de potássio, aplicados em quatro parcelas iguais em setembro, dezembro, fevereiro e março, 300 kg ha⁻¹ de P₂O₅ usando como fonte o superfosfato simples, sendo dois terços aplicados em setembro e o restante em dezembro. A cada dois anos, foram adicionados mais 100 kg ha⁻¹ de FTE BR 12. No primeiro ano foi aplicada apenas a metade da dose anual.

No ano de 2016, foi realizado o plantio por meio de mudas clonais propagadas por estacas para os 27 clones, utilizando espaçamento de 3,5 x 0,5 m em sistema irrigado por aspersão por pivô central, com manejo de irrigação, foi utilizado o estresse hídrico por 65 dias, em plantas acima de 2 anos de idade.

As cultivares e seus clones foram analisados de forma separada e independente, uma vez que não existe coincidência de nenhum material genético entre elas, considerando assim ensaios e análises distintas.

Foram avaliadas, coletados os dados e analisadas as seguintes características:

1. Altura média de planta (AP) - Distância da superfície do solo à extremidade do ramo ortotrópico, expressa em centímetros;
2. Projeção de copa (PC) - Tomada no terço médio da planta e expressa em centímetros;
3. Produção média de grãos (PMG) - Produtividade média de grãos beneficiados da parcela convertida em kg/ha nos anos de 2018 e 2020 (anos de alta produção comercial);
4. Número de ramos plagiotrópicos (NNP) - contagem do número de ramos plagiotrópicos no ramo ortotrópico;
5. Porcentagem de Peneiras acima de 16 (Peneira >16) - Percentual de frutos retidos na peneira 16 e nas peneiras acima;
6. Percentual de grãos “móca” (GMO).

Para a análise dos dados foram considerados ensaios em separados, para cada cultivar e ciclos de maturação. Nas variáveis vegetativas e para produtividade de grãos foram realizadas análises de variância dos dados de

clones selecionados, utilizando três plantas como repetições, sendo a parcela constituída de oito plantas. Para produção foram avaliados os anos 2018 e 2020 tendo como fontes de variação os clones dos genótipos. Para dados de características vegetativas foi considerado somente o ano de 2020. Para a variável GMO foi efetuada a transformação dos dados em arco seno para a realização dos cálculos estatísticos. Os dados da pesquisa foram analisados no programa estatístico R (R Core Team, 2020) e após a análise de variância foi realizada comparação das médias utilizando o teste de Scott Knott a 5% de probabilidade, a normalidade dos resíduos por meio do teste de Shapiro-Wilk a 5% de probabilidade e a homogeneidade de variância com a utilização do teste de O'Neill Mathews a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste trabalho, são apresentados e discutidos os resultados das análises de variâncias individuais, coeficientes de variação (CV) e comparação de médias pelo critério de Scott e Knott no nível de 5% de probabilidade para as seis características de três cultivares composta cada uma por nove clones totalizando 27 genótipos de café Conilon no Cerrado Planalto Central.

Pelo resultado da análise de variância para PMG, PENEIRA > 16, GMO, AP, PC E NNP, todas as fontes de variação em todos os ciclos de maturação foram significativas pelos quadrados médios no teste F entre os clones. Exceto a variável PENEIRA > 16 do grupo intermediário, cultivar Jequitibá, e NNP do grupo tardio, cultivar Centenária, não foram consideradas significativas entre si.

A presença de variabilidade genética significativa dos materiais avaliados para as diferentes características, associadas às altas produtividades médias de grãos nos dois anos são indicativos favoráveis para a utilização das cultivares na região de Cerrado do Planalto Central.

Para a maioria das características nos diferentes anos e locais, os coeficientes de variação experimental (CV) estiveram dentro da faixa considerada aceitável para experimentação em culturas perenes. Os CV (%) estiveram nos intervalos de 1,75% a 19,51%. Os CV mais elevados podem estar associados às seguintes causas: grande tamanho dos experimentos,

dificultando a escolha de uma área com solo uniforme; longo ciclo da cultura; respostas diferenciadas dos materiais à incidência de pragas e doenças a ventos e podas; respostas diferenciadas dos genótipos aos estresses de altas temperaturas e seca e mudanças no período de avaliação nas equipes de trabalhos, que fazem as avaliações de campo, colheita e de pós-colheita. Semelhante as recomendações de Rossetti & Pimentel Gomes (1987) em experimentos com culturas perenes.

Os clones da cultivar Diamante com ciclo de maturação precoce foram colhidos no início de junho. Verificou-se que as médias de produtividade de grãos beneficiados (PMG) foram diferentes nos dois anos avaliados. As maiores PMG nos dois anos foram do clones 108 com 8225,42 kg ha⁻¹ (2018) e 9416,40 kg ha⁻¹ (2019). O clone que se destacou com menor valor de PENEIRA>16 foi o 106 com 56,56% de grãos retidos. Em relação ao GMO do mesmo grupo o clone destaque foi o 105 com 14,67%.

Os clones da cultivar Jequitibá (ciclo de maturação intermediária) foram colhidos no início de julho. Constatou-se médias de produtividade de grãos beneficiados (PMG) diferentes nos dois anos avaliados. Os destaques foram para os clones 203 (8326,55 kg ha⁻¹) no ano de 2018 e 207 (12493,00 kg ha⁻¹) no ano de 2020. Para a variável PENEIRA>16 de acordo com o teste F, as medidas não podem ser consideradas significativas. Para GMO o clone com menor valor foi o 208 (14,00%) se destacando entre os demais.

No grupo tardio da cultivar Centenária os grãos foram colhidos no início de agosto. Os maiores destaques para PMG foram os clones 302 (9021,09 kg ha⁻¹) em 2018 e 303 (8792,40 kg ha⁻¹) em 2020. Na variável PENEIRA>16 o destaque foi o clone 309 (57,43%). Para GMO o destaque foi para o clone 304 com o menor percentual do grupo avaliado.

Os prováveis fatores que contribuíram para as baixas produtividades em alguns clones foram: problemas no sistema de irrigação e das podas realizadas, com reflexo na produção.

Tabela 1. Produtividade média de grãos (PMG) dos anos 2018 e 2020, peneira acima de 16 (PENEIRA > 16) e percentual de grãos “móca” (GMO). Cultivar Diamante ES8112. Embrapa Cerrados, 2023.

Clone	PMG (kg ha ⁻¹) 2018	PMG (kg ha ⁻¹) 2020	PENEIRA > 16 (%)	GMO (%)
101	5087,68 b	4260,00 b	13,63 c	21,00 b

102	5861,96 b	6548,40 b	20,30 b	23,67 b
103	5599,66 b	5587,80 b	13,03 c	25,00 b
104	7844,12 a	7883,40 a	1,70 d	23,67 b
105	6958,95 a	8335,80 a	10,80 c	14,67 b
106	7125,74 a	7155,00 a	56,56 a	19,67 b
107	5798,07 b	6192,00 b	3,76 d	28,33 b
108	8225,42 a	9416,40 a	21,67 b	47,67 a
109	6111,54 b	5575,20 b	21,00 b	19,00 b
Média	6512,57	6772,67	18,05	24,74
CV (%)	12,29	13,44	17,83	16,44

*médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott knott a 5% de probabilidade, de acordo com o teste de shapiro-wilk a 5% de significância, os resíduos podem ser considerados normais e de acordo com o teste de oneillmathews a 5% de significância, as variâncias podem ser consideradas homogêneas.

Tabela 2. Produtividade média de grãos (PMG) dos anos 2018 e 2020, peneira acima de 16 (PENEIRA > 16) e percentual de grãos “móca” (GMO). Cultivar ES 8122 - Jequitibá. Embrapa Cerrados, 2023.

Clone	PMG (kg ha ⁻¹) 2018	PMG (kg ha ⁻¹) 2020	PENEIRA > 16 (%)	GMO (%)
201	8103,21 a	10995,00 b	*	20,33 b
202	7488,40 a	7024,20 c	*	21,00 b
203	8326,55 a	7329,60 c	*	27,00 a
204	6386,12 b	4389,60 d	*	25,00 b
205	6666,61 b	9654,00 b	*	35,33 a
206	6126,86 b	6840,60 c	*	34,00 a
207	8261,61 a	12493,00 a	*	29,33 a
208	7040,51 a	6820,80 c	*	14,00 b
209	4508,03 c	6600,60 c	*	37,33 a
Média	6989,77	8016,38		27,04
CV (%)	11,48	11,56		17,35

*médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott knott a 5% de probabilidade, de acordo com o teste de shapiro-wilk a 5% de significância, os resíduos podem ser considerados normais e de acordo com o teste de oneillmathews a 5% de significância, as variâncias podem ser consideradas homogêneas.

Tabela 3. Produtividade média de grãos (PMG) dos anos 2018 e 2020, peneira acima de 16 (PENEIRA > 16) e percentual de grãos “móca” (GMO). Cultivar Centenária ES 8132. Embrapa Cerrados, 2023.

Clone	PMG (kg ha ⁻¹) 2018	PMG (kg ha ⁻¹) 2020	PENEIRA > 16 (%)	GMO (%)
301	7177,50 bc	6415,20 c	11,23 d	26,67 c
302	9021,09 a	7699,20 b	17,76 d	57,67 a
303	8249,40 a	8792,40 a	25,46 c	29,00 c
304	6189,29 c	5674,20 c	48,23 b	17,67 c
305	6202,09 c	5031,60 c	9,83 d	25,00 c
306	6937,27 bc	7228,80 b	7,97 d	34,00 c
307	6760,73 bc	6910,20 b	30,50 c	29,67 c
308	5584,47 c	6780,00 b	16,46 d	40,00 b
309	5390,62 c	5818,20 c	57,43 a	20,67 c
Média	6834,72	6705,53	24,99	31,15
CV (%)	11,68	10,99	19,51	11,56

*médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade, de acordo com o teste de Shapiro-Wilk a 5% de significância, os resíduos podem ser considerados normais e de acordo com o teste de O'Neill Mathews a 5% de significância, as variâncias podem ser consideradas homogêneas.

Nas tabelas 4,5 e 6 as médias de AP 2020, AP 2021, PC 2020, PC 2021 e NNP 2020 estão de acordo com o teste de O'Neill Mathews a 5% de significância, todas as variáveis foram consideradas significativas. Utilizando o teste de Shapiro-Wilk a 5% de significância, todas as variáveis foram consideradas significativas, no entanto, de acordo com teste F a variável NNP 2020 da cultivar Centenária e todos os grupos de maturação de NNP 2021 não houve diferença significativa entre as médias.

Os maiores valores de média de AP 2020 foram os clones 104 (247,5 cm), 209 (257,5 cm) e 302 (255,0 cm) respectivamente dos grupos do ciclo de maturação precoce, médio e tardio. Os menores valores foram verificados nos clones 101 (227,5 cm), 203 (215 cm) e 301 (200 cm) nos ciclos de maturação precoce, médio e tardio.

Para AP 2021 foi observado os maiores valores nos clones 107 (320,0 cm) no grupo precoce, 209 (257,5 cm) do grupo intermediário e 302 (287,5 cm) do grupo tardio. Os menores valores foram verificados nos clones 101 e 102 (275 cm e 275 cm) grupo precoce, 201 (242,5 cm) grupo intermediário e 301 (227,5 cm) do grupo tardio.

Analisando as médias de PC 2020 pode-se observar que os clones que obtiveram os maiores valores de médias foram os clones 104 (95,0 cm), 207 (95,0 cm) e 302 (125,0 cm) dos grupos precoce, médio e tardio.

Ao verificar as médias de PC 2021 o maior valor observado foi do clone 104 (117,5 cm) e o menor valor foi constatado no clone 105 (65,0 cm), ambos do grupo precoce, cultivar Diamante. Os demais clones dos outros grupos do ciclo de maturação não foram considerados distintos pelas análises estatísticas.

Os valores das médias que se destacaram como superiores para NNP 2020 foram os clones 106 (50,5) grupo precoce e clone 205 (51,5) grupo intermediário. Os menores valores encontrados para NNP 2020 foram dos seguintes clones: 108 (43,5) precoce e 208 (44,0) intermediário.

Observou-se interpretando os resultados do teste de Scott Knott, envolvendo as diferentes colheitas (anos) e características, os seguintes

aspectos: alta variabilidade genética para os diferentes caracteres, alto potencial de produção dos materiais genéticos, representando fatores importantes para o melhoramento do café no Cerrado; possibilidade de efetuar seleção para produtividade, para ciclo, para porte, para tipo e tamanho de grãos.

Em valores absolutos a cultivar intermediária supera as demais cultivares avaliadas nas condições edafoclimáticas do cerrado central em manejo irrigado de produção. O mesmo sendo obtido por Carias et. al. (2014) em estudo com clones de café Conilon para baixa altitude, com diferentes grupos de maturação e em sistema irrigado no sul do Estado do Espírito Santo no município de Cachoeiro do Itapemirim.

Fazendo uma análise geral dos resultados verificou-se que os resultados observados nas cultivares e seus clones desenvolvidos no Cerrado do Planalto Central, demonstraram resultados positivos que poderão vir a ser opções para alcance de elevadas produtividades, bem superiores às médias nacionais (43 sacas ha⁻¹) para a espécie com destaque para a cultivar Jequitibá, caso seus clones mantenham os valores estáveis nos anos seguintes.

Os dados deste trabalho são corroborados com os obtidos por Ferrão et al. (2015) que ao avaliar os mesmos clones na região do Espírito Santo, local de origem dos genótipos, foi observado diferentes épocas de colheita, estabilidade de produção ao longo dos anos, moderada resistência a ferrugem alaranjada, alto vigor vegetativo e produtividades médias de 5040 kg ha⁻¹ e 7200 kg ha⁻¹ em condições de sequeiro e irrigada.

Santim (2016), observou alto potencial produtivo em acessos da espécie *Coffea canephora*, variedade botânica Conilon, em acessos do Banco de Germoplasma da Embrapa Cerrados, presenciando genótipos com valores de 20 litros por planta e genótipos com valores médios de três safras.

Espindula e Partelli (2011), analisaram e constataram que plantas oriundas de mudas assexuadas apresentam vantagens em relação às sexuadas como maior uniformidade de maturação, grãos de melhor qualidade, ciclo de maturação diferenciado, programação escalonada de colheita e mais rápido estabelecimento e desenvolvimento inicial, além do alto potencial produtivo.

Em regiões do Cerrado, e em diferentes estados, as cultivares mais adaptadas poderão servir também como opções de cultivo em sistema irrigado, para diferentes níveis de tecnologia, com alcance de elevadas produtividades e possibilidades de obter menor custo de produção.

Tabela 4. Características quantitativas: altura de plantas (AP), projeção da copa (PC) e número de nós produtivos (NNP). Cultivar Diamante ES8112. Embrapa Cerrados, 2023.

Clone	AP 2020 (cm)	AP 2021 (cm)	PC 2020 (cm)	PC 2021 (cm)	NNP 2020	NNP 2021
101	227,5 b	275,0 a	82,5 b	78,5 c	49,5 a	*
102	235,0 b	275,0 a	70,0 c	70,0 c	48,0 a	*
103	234,5 b	287,5 a	79,0 c	96,0 b	48,5 a	*
104	247,5 a	305,0 a	95,0 a	117,5 a	47,5 a	*
105	233,5 b	277,5 a	75,0 c	65,0 c	45,0 b	*
106	227,5 b	287,5 a	71,0 c	92,5 b	50,5 a	*
107	242,0 a	320,0 a	78,5 c	77,5 c	45,0 b	*
108	235,0 b	297,5 a	82,5 b	99,0 b	43,5 b	*
109	235,0 b	292,5 a	85,0 b	94,0 b	46,0 b	*
Média	235,3	291,4	79,8	87,8	47,0	-
CV (%)	1,90	3,44	7,33	8,29	4,82	-

*médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott knott a 5% de probabilidade, de acordo com o teste de shapiro-wilk a 5% de significância, os resíduos podem ser considerados normais e de acordo com o teste de oneillmathews a 5% de significância, as variâncias podem ser consideradas homogêneas.

Tabela 5. Características quantitativas: altura de plantas (AP), projeção da copa (PC) e número de nós reprodutivos (NNP). Cultivar ES 8122 - Jequitibá. Embrapa Cerrados, 2023.

Clone	AP 2020 (cm)	AP 2021 (cm)	PC 2020 (cm)	PC 2021 (cm)	NNP 2020	NNP 2021
201	225 c	242,5 c	82,5 b	*	50,0 b	*
202	245 b	290,0 a	92,3 a	*	45,0 d	*
203	215 c	265,0 b	85,0 b	*	47,0 c	*
204	245 b	290,0 a	79,0 b	*	49,5 b	*
205	240 b	290,0 a	84,5 b	*	51,5 a	*
206	226 c	265,0 b	70,0 c	*	50,0 b	*
207	233 c	280,0 a	95,0 a	*	46,0 c	*
208	225 c	277,5 a	85,0 b	*	44,0 d	*
209	257,5 a	300,0 a	92,0 a	*	52,0 a	*
Média	234,61	277,78	85,03	-	48,33	-
CV (%)	3,00	3,43	5,37	-	1,75	-

*médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott knott a 5% de probabilidade, de acordo com o teste de shapiro-wilk a 5% de significância, os resíduos podem ser considerados normais e de acordo com o teste de oneillmathews a 5% de significância, as variâncias podem ser consideradas homogêneas.

Tabela 6. Características quantitativas: altura de plantas (AP), projeção da copa (PC) e número de nós reprodutivos (NNP). Cultivar Centenária ES 8132. Embrapa Cerrados, 2023.

Clone	AP 2020 (cm)	AP 2021 (cm)	PC 2020 (cm)	PC 2021 (cm)	NNP 2020	NNP 2021
301	200,0 c	227,5 a	90,0 b	*	*	*
302	255,0 a	287,5 a	125,0 a	*	*	*

303	220,0 b	265,0 a	92,5 b	*	*	*
304	220,0 b	267,5 a	79,5 b	*	*	*
305	222,5 b	240,0 a	72,0 c	*	*	*
306	227,5 b	267,5 a	76,0 c	*	*	*
307	215,0 b	245,0 a	80,0 b	*	*	*
308	227,0 b	250,0 a	85,0 b	*	*	*
309	207,0	255,0 a	73,5 c	*	*	*
Média	221,56	256,11	85,94	-	-	-
CV (%)	3,16	4,84	5,34	-	-	-

*médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott knott a 5% de probabilidade, de acordo com o teste de shapiro-wilk a 5% de significância, os resíduos podem ser considerados normais e de acordo com o teste de oneillmathews a 5% de significância, as variâncias podem ser consideradas homogêneas.

CONCLUSÕES

Existe alta variabilidade para os genótipos avaliados em sistema irrigado no cerrado, quanto a caracteres vegetativos e reprodutivos.

Os resultados obtidos demonstram potencial de utilização dos clones avaliados em programas de melhoramento genético de forma individualizada em cruzamentos controlados.

Os resultados, sugerem potencial de produção das cultivares para serem utilizadas em manejo irrigado por aspersão no Cerrado do Planalto Central, com maior destaque para cultivar de ciclo intermediário ES8122 Jequitibá.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARIAS, C. M. O. M.; TOMAZ, M. A.; FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A. da; FERRÃO, R. G.; GONÇALVES, L. S. A. Produtividade de grãos de cafeeiro conilon de diferentes grupos de maturação pelo procedimento REML/BLUP. Semina: **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 2, p. 707-718, mar./abr. 2014.

DAVIS, A. P.; TOSA, J.; RUCH, N.; FAY, N. F. Growing coffee: *Psilanthus* (Rubiaceae) subsumed on the basis of molecular and morphological data, implications of size, morphology, distribution and evolutionary history of Coffee. **Botanical Journal of Rehinneon Society**, London, v. 167, p. 1-21, Dec. 2011

ESPINDULA, M.C.; PARTELLI, F.L. Vantagens do uso de clones no cultivo de cafeeiros canéfora (Conilon e Robusta). **Documentos** / Embrapa Rondônia. 16p. 2011.

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

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, M. A.; FERRÃO, R.G.; FONSECA, A. F. A.; FILHO, A. C. V.; VOLPI, P.S. Café Conilon. In: Origem, dispersão geográfica, taxonomia e diversidade genética de *Coffea canephora*. (Ferrao RG, Fonseca AFA, Braganca SM, Ferrao MAG, Muner LH, Eds.). Incaper, Vitória, 66-91, 2007.

FERRAO, M. A. G.; RIVA-SOUZA, E. M.; FONSECA, A. R. G.; FERRÃO, R. G.; SANTOS, W. G. dos; SPADETO, J. Indicação de cultivares de café arábica para o estado do Espírito Santo e avaliação comparativa com o conilon em altitude elevada. Brasília, Embrapa café, 2021 (Embrapa Café, circular técnica 06, p. 46).

FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. da; BRAGANÇA, S. M.; FERRÃO, M. A. G.; DE MUNER. L. H. (Eds.). Conilon Coffee. **The *Coffea canephora* produced in Brazil. 3. ed – Updated and expanded.** 974p Vitória, ES: Incaper. 2019.

FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A. da. Variedades clonais de café conilon: 10 passos em 12 anos de pesquisa. Vitória, ES: Incaper. 2013a. (Incaper, documento 218).

FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A.; VOLPI, P. S.; VERDIN FILHO, A. C.; LANI, J. A.; MAURI, A. L.; TÓFFANO, J. L.; TRAGINO, P. H.; BRAVIM, A. J. B.; MORELLI, A. P. Diamante Incaper 112: nova variedade clonal de café conilon de maturação precoce para o Espírito Santo. Vitória: Incaper, 2013b. (Incaper, documento 219b).

FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A. da.; VOLPI, P. S.; VERDIN FILHO, A. C.; LANI, J. A.; MAURI, A. L.; TÓFFANO, J. L.; TRAGINO, P. H.; BRAVIM, A. J. B.; MORELLI, A. P. Jequitibá Incaper 8122: nova variedade clonal de café conilon de maturação intermediária para o Espírito Santo. Vitória, ES: Incaper, 2013c. (Incaper, documento n. 220c).

FERRÃO, R. G.; FERRAO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A. da; VOLPI, P. S.; VERDIN FILHO, A. C.; MAURI, L. A.; LANI, J. A. '**Diamante ES 8112**', '**ES 8122 - Jequitibá**' e '**Centenária ES 8132**': novas cultivares clonais de café conilon com qualidade de bebida para o Espírito Santo. In: **SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL**, 9., 2015, Curitiba. Anais... Brasília, DF: Embrapa Café, 2015.

FONSECA, A. F. A. da. **Análise biométrica em café conilon (*Coffea canephora* Pierre).** 1999. 121f. **Tese** (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1999.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. *Klimate der Erde.* Gotha: Verlag Justus Perthes. **Justus Perthes.** P.270. 1928.

R CORE TEAM. R. **A language and environment for statistical computing.** R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2019. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 01 dez. 2022.

ROCHA, R. B.; RAMALHO, A.R.; TEIXEIRA, A.L.; SOUZA, F.F. Adaptabilidade e estabilidade da produção de café beneficiado em *Coffea canephora*. **Ciência Rural**, v. 45, n 9, p. 1531-1537, 2015.

SANTIN, M. R. **Caracterização agronômica de acessos de café conilon irrigado no Cerrado do Planalto Central.** 2016. 136 f. **Tese** (Doutorado em Agronomia) Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2016.

COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS GRÃOS DE CLONES ELITE DE CAFÉ CONILON IRRIGADO NO CERRADO DO PLANALTO CENTRAL

RESUMO: A composição química dos grãos de café está diretamente relacionada com a qualidade sensorial da bebida. Os programas de melhoramento genético do cafeeiro buscam, desenvolver cultivares que apresentem características agronômicas superiores, como produtividade, estabilidade de produção, qualidade de bebida, atributos sensoriais, amargor, adstringência, aromas doces, acidez cítrica e corpo são valorizados pela indústria. resistência ou tolerância a fatores bióticos e abióticos. O objeto do estudo foi caracterizar clones de três cultivares elite de café conilon: Diamante ES8112 (9 clones de maturação precoce), ES8122 - 'Jequitibá' (9 clones de maturação intermediária) e Centenária ES8132 (9 clones de maturação tardia) com o objetivo de avaliar a composição química dos grãos de café verde em relação as características: concentração de sacarose, concentração de ácido clorogênico e concentração de cafeína. Os clones 106 e 107 (ciclo de maturação precoce), 205 e 209 (ciclo de maturação intermediário) se destacaram com as maiores concentrações de sacarose e menores concentrações de cafeína, podem ser utilizados em programas de melhoramento genético de forma individualizada em cruzamentos controlados. Com base nos resultados, as cultivares sugerem potencial de produção para serem utilizadas em manejo irrigado no Cerrado do Planalto Central.

ABSTRACT: The chemical composition of coffee beans is directly related to the sensorial quality of the drink. Coffee genetic improvement programs seek to develop cultivars that present superior agronomic characteristics, such as productivity, production stability, beverage quality, sensory attributes, bitterness, astringency, sweet aromas, citric acidity and body, which are valued by the industry. resistance or tolerance to biotic and abiotic factors. The object of the study was to characterize clones of three elite cultivars of conilon

coffee: Diamante ES8112 (9 early maturing clones), ES8122 - 'Jequitibá' (9 intermediate maturing clones) and Centenária ES8132 (9 late maturing clones) with the aim to evaluate the chemical composition of green coffee beans in relation to the characteristics: sucrose concentration, chlorogenic acid concentration and caffeine concentration. Clones 106 and 107 (early maturation cycle), 205 and 209 (intermediate maturation cycle) stood out with the highest concentrations of sucrose and lowest concentrations of caffeine, and can be used in genetic improvement programs individually in controlled crosses. Based on the results, the cultivars suggest production potential to be used in irrigated management in the Cerrado of the Central Plateau.

INTRODUÇÃO

No Brasil, os cafés chamados Robusta são de uma espécie rústica, perene, autoincompatível, apresentam planta com hábito de crescimento ereto, caules de maior diâmetro e pouco ramificados, folhas e frutos de maior tamanho, maturação tardia, maior vigor, menor tolerância à seca, maior resistência a doenças e bebida de boa qualidade, como estudos recentes têm demonstrado também em relação a cultivares do Conilon (FONSECA, 2001; FERRÃO et al., 2017; FERRÃO, et al., 2019). Os cafés conhecidos como Conilon caracterizam-se por apresentar plantas de hábito de crescimento arbustivo, caules ramificados, folhas alongadas, ciclo de maturação mais precoce, tolerância à seca e maior suscetibilidade às doenças.

A cafeicultura na região do Cerrado possui um modelo intensivo, com condições climáticas de altas temperaturas, maiores níveis de insolação, condições de baixa umidade relativa do ar na época da colheita, com a possibilidade do uso de alto nível tecnológico com insumos, irrigação e a mecanização (FERNANDES et al., 2012). Entre as regiões que produzem café conilon, o Cerrado contribui com aproximadamente 44% da produção total do País. (CONAB, 2023).

O período de eficiência hídrica coincide com estádios essenciais no ciclo de formação e produção (FERNANDES et al., 2000; GRENHO, 2007). Os efeitos da irrigação podem ser utilizados como condicionante do florescimento e, portanto, da época de colheita, bem como, estar direcionados ao

crescimento vegetativo, à produção e à qualidade dos grãos. Em razão das características climáticas do Cerrado, produtores adotam sistemas de irrigação visando minimizar os riscos de perda de safras por déficit hídrico em suas lavouras (FERNANDES et al., 2012).

Os programas de melhoramento genético do cafeeiro visam, sobretudo, desenvolver cultivares que apresentem características agronômicas superiores, como produtividade, estabilidade de produção, qualidade de bebida, resistência ou tolerância a fatores bióticos e abióticos.

Nas últimas três décadas, observou-se grande expansão da cultura e crescente demanda por *C. canephora*, nacional e internacionalmente, ao mesmo tempo, houve grande demanda por novas tecnologias, em especial por cultivares geneticamente superiores e adaptadas a diferentes ambientes e a necessidades dos produtores, das indústrias e dos consumidores.

Atualmente a maioria dos plantios comerciais de café Conilon são realizados por meio de mudas propagadas vegetativamente. Partelli et al. (2014b) ao compararem o desenvolvimento de plantas de cafeeiro Conilon propagadas por clones e por sementes, constataram maior produção em plantas desenvolvidas a partir de mudas formadas por clones, em relação às mudas oriundas de sementes.

No Espírito Santo, o INCAPER (Instituto Capixava de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural) iniciou, em 1985, o Programa de Melhoramento Genético com a espécie *C. canephora*, visando a obtenção e o lançamento de cultivares superiores. A variabilidade genética das lavouras dos produtores capixabas e das populações obtidas do referido Programa foi a base para o planejamento e execução do mesmo, constituído de diferentes etapas: seleção, clonagem e produção de mudas de plantas superiores, avaliação dos materiais genéticos por, no mínimo, três ambientes representativos da cultura por quatro colheitas, análises estatísticas e biométrica para diferentes características, agrupamento dos clones superiores, teste de autoincompatibilidade genética, análise da qualidade de bebida, multiplicação da nova cultivar em campo de produção de semente ou jardins clonais, registro e/ou proteção da cultivar, lançamento e disponibilização da nova cultivar em forma de mudas ou sementes aos produtores (FONSECA et al., 2014).

A composição química dos grãos de café está diretamente relacionada com a qualidade sensorial da bebida (PIMENTA et al., 2018). Os atributos sensoriais amargor, adstringência, aromas doces, acidez cítrica e corpo são valorizados e se relacionam com as características químicas teores de cafeína, ácidos cafeoilquínicos, teor de sacarose e trigonelina, teor de ácido cítrico e teor de sólidos solúveis totais, respectivamente (KITZBERGER et al., 2013; BHUMIRATANA et al., 2011; SCHOLZ et al., 2015). A quantificação destes compostos em café cru permite avaliar o potencial do cafeeiro para a produção de grãos com um perfil sensorial de melhor qualidade

Embora no estudo não tenha sido realizada a análise sensorial, quando se faz uma rápida pesquisa na literatura científica verifica-se que diferentes trabalhos sugerem que compostos presentes no grão de café, além de atuarem como discriminantes entre as espécies arábica e conilon, são também utilizados como precursores do sabor e aroma encontrados na bebida. Em análises de amostras de grãos levemente torradas por Farah et al. (2006), Oliveira, et al., (2005) e Cunha (2005) indicaram que a análise físico-química de grãos crus pode ser utilizada como mais uma ferramenta para avaliação de qualidade do café para bebida. Entre os compostos que possuem correlação positiva com a qualidade da bebida, se destacam sacarose, trigonelina e lipídios. Já os ácidos clorogênicos e cafeína, encontrados em maior concentração no café conilon, possuem correlação negativa com a qualidade da bebida. (TEIXEIRA et al., 2016; TOLEDO et al. 2016).

Os açúcares estão diretamente ligados à qualidade do café, contribuindo com o seu aroma e sabor adocicado, uma das características mais desejáveis nos cafés especiais. Os açúcares livres predominantes nos grãos de café são basicamente frutose, glicose e sacarose (ROGERS et al., 1999). A sacarose é a principal forma de açúcar presente no café (SALVA, et al. 2015), como os açúcares simples, incluindo os redutores, presentes no café verde em quantidades muito pequenas (RODARTE, 2008). Com o desenvolvimento e amadurecimento do fruto verifica-se aumento de sacarose e diminuição de açúcares redutores (GEROMEL et al., 2006; KITZBERGER, 2012).

A sacarose atua como um precursor de aroma durante o processo de torração gerando várias classes de compostos, tais como furanos, aldeídos e

ácidos carboxílicos (OOSTERVELD; VORAGEN; SCHOLS, 2003; PERRONE; DONANGELO; FARAH, 2008). Um dos grandes desafios da torra é a regulação da maior quantidade de açúcares redutores no grão torrado. Quanto maior o teor de açúcares solúveis totais no grão cru maior a chance de se obter um grão torrado com maior doçura. Durante a torra, as moléculas de sacarose são decompostas em açúcares redutores, glicose e frutose responsáveis pelo dulçor e coloração, sabor e aroma do café torrado, estes três últimos devido à sua participação nas reações de Maillard (ALCÁZAR et al., 2005; FARAH et al., 2006).

Os sólidos solúveis no café são constituídos por ácidos, açúcares, aldeídos e outros compostos. Busca-se um maior teor de sólidos solúveis nos cafés arábicas para aumento do corpo, ou seja, da sensação de “textura” ao ingerir a bebida (AGNOLETI, 2015). Busca-se nos programas de melhoramento de cafés canéforas um teor de açúcar solúvel total um pouco mais elevado tendo em vista que os canéforas apresentam, em média, menores teores de açúcar solúvel total em relação aos arábicas (RIBEIRO et al., 2014; MARTINEZ, 2014).

Os ácidos clorogênicos são uma família de compostos oriunda da esterificação do ácido quínico com derivados do ácido cinâmico como os ácidos cafeico, ferúlico e p-cumárico, sendo os principais subgrupos os ácidos cafeoilquínicos, feruloilquínicos e dicafeoilquínicos e, em quantidades inferiores, os ácidos p-cumaroilquínicos (CLIFFORD, M. N, Macrae, R, 1985). Estes elementos geram durante a torrefação uma série de compostos fenólicos que apresentam características sensoriais bem variadas, como odores de especiarias, cravo, folha queimada, fumo, sensação de amargor e adstringência (MOREIRA et al., 2000). Além da importância para a formação de aroma e "flavor", os ácidos clorogênicos possuem bioatividade e proporcionam adstringência ao café (DE MARIA, et al., 1995), são os principais componentes da fração fenólica cujo principal representante é o ácido 5-cafeoilquínico. Perrone, Farah e Donangelo (2006) verificaram que a maior concentração de ácidos clorogênicos está presente em cafés de pior qualidade. No processo de torra ocorre uma transformação na qual parte dos ácidos clorogênicos se decompõe em ácido quínico (JANSEN, 2006), sendo o principal composto responsável pelo sabor amargo do café torrado (CAMPA

et al., 2005). O seu valor é incrementado em, aproximadamente, 30% para um café com torra média, em relação ao grão cru (Jansen, 2006). Ao contrário da cafeína que é estável durante a torração, os ácidos clorogênicos sofrem intensa degradação térmica, gerando uma série de compostos voláteis importantes para o sabor e aroma da bebida (NOGUEIRA; TRUGO, 2003; ALVES et al., 2006)

A cafeína é um alcaloide ativo, pertencente ao grupo das xantinas (ALTIMARI et al., 2005), um importante composto bioativo responsável em parte pelo sabor amargo e aroma da bebida de café (FARAH et al., 2006; TRUGO; MACRAE, 1984) e que é um estimulante do sistema nervoso central. Por essa característica a cafeína é o atributo mais desejado pela grande maioria dos consumidores de café (SIMULESCU, et al., 2019) com um consumo estimado em 80% da população mundial (FELIPE et al., 2005) Devido a sua termoestabilidade (ALVES et al., 2006) suas perdas são pequenas durante o processo de torra (MONTEIRO; TRUGO, 2005), possibilitando o monitoramento da intensidade da torra, pela relação entre o teor de cafeína (constante) e o teor de ácidos clorogênicos (menor) (BICCHI et al., 1995).

Os consumidores estão cada vez mais informados, exigentes e dispostos a pagar mais por um bom café, privilegiando a marca e a qualidade da bebida consumida (ARRUDA, 2009) mas a grande maioria ainda acredita que o café é composto apenas por cafeína, desconhecendo os outros compostos presentes na bebida. No entanto, é uma rica fonte de compostos fenólicos como o ácido clorogênico e os produtos de sua degradação (ácido cafeico, cumárico e ferúlico) (XU, 2012). São compostos que estão intimamente relacionados a saúde pois possuem propriedades antioxidantes, hepatoprotetores, hipoglicemiantes e antivirais, bem como uma grande variedade de minerais, aminoácidos e vitaminas do complexo B. (MÜLLER 2013 e OLIVEIRA 2015).

A avaliação do comportamento e quantificação da variabilidade genética de diferentes características associadas à produção e qualidade em novos ambientes com potencial para a cultura, épocas e anos de uma determinada espécie são de fundamental importância em programas de melhoramento, visando a seleção de materiais genéticos para serem utilizados em

estratégias de melhoramento via sexuada (semente) e ou assexuada (clones) (FALCONER, 1981; VENCOVSKY, 1984; FERRÃO et al., 2017; 2019).

O objeto do estudo foi constituído por 27 clones componentes de três cultivares elite de café conilon: Diamante ES8112 (9 clones de maturação precoce), ES8122 - 'Jequitibá' (9 clones de maturação intermediária) e Centenária ES8132 (9 clones de maturação tardia) da coleção da Embrapa Cerrados, provenientes do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper) com o objetivo de avaliar a composição química dos grãos de café verde em relação as características: concentração de sacarose, concentração de ácido clorogênico e concentração de cafeína.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na área experimental da Embrapa Cerrados, localizada em Planaltina – DF, com altitude de 1.030 m e as análises químicas foram realizadas no Laboratório de Ciência e Tecnologia de Alimentos do mesmo centro de pesquisa.

O clima típico da região onde foi instalado o ensaio, segundo Köppen, é do tipo Aw, altitude de 1000 m, área plana de Latossolo Vermelho Escuro com textura argilosa e apresentando média anual de 1200 mm de chuva, com duas estações típicas de períodos chuvosos e de seca e temperatura média anual de 22°C.

As cultivares objeto do estudo foram: Diamante ES 8112, ES 8122 – 'Jequitibá' e Centenária ES 8132 constituídas pelo agrupamento de clones superiores com diferentes épocas de maturações. Cada cultivar possui 9 clones superiores, com maturações precoce (maio), intermediária (junho) e tardia (julho), respectivamente (FERRÃO et al., 2013bcd) da coleção da Embrapa Cerrados, provenientes do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper). Possuem produtividade média de 7200 quilos beneficiados/ha em plantio com sistemas irrigados e alta tecnologia de produção. Apresentam estabilidade de produção, alto vigor vegetativo, boa uniformidade de maturação do frutos, grãos grandes, tolerância a seca, moderada resistência a *Hemileia vastatrix* e qualidade superior de bebida.

No ano de 2016, no momento da implantação do projeto, foram feitas estacas das 3 variedades de cada 9 genótipos selecionados, para o plantio em linhas separadamente, totalizando 27 clones, utilizando espaçamento de 3,5 x 0,5 m em sistema irrigado por aspersão por pivô central. As seguintes características foram avaliadas e caracterizadas quanto as concentrações de: sacarose (SAC), ácido clorogênico (5-CQA) e cafeína (CAF).

No momento da implantação do experimento foram adicionados 120 g de superfosfato triplo, 50 g de termofosfato magnesiano (Yoorin®) e 24,5 g de *fritted trace elements* (FTE BR 12) por cova. A calagem foi de duas toneladas por hectare de calcário dolomítico, com o objetivo de elevar a saturação de bases para 50%, sendo metade da dose aplicada antes da aração e a segunda metade, antes da gradagem, e também foi feita a aplicação de duas toneladas por hectare de gesso agrícola 60 dias após a calagem. A adubação anual consistiu de 450 kg ha⁻¹ de nitrogênio na forma de ureia, 450 kg ha⁻¹ de K₂O na forma de cloreto de potássio, aplicados em quatro parcelas iguais em setembro, dezembro, fevereiro e março, 300 kg ha⁻¹ de P₂O₅ usando como fonte o superfosfato simples, sendo dois terços aplicados em setembro e o restante em dezembro. A cada dois anos, foram adicionados mais 100 kg ha⁻¹ de FTE BR 12. No primeiro ano foi aplicada apenas a metade da dose anual.

Foram avaliadas, coletados os dados e analisadas as seguintes características:

1. Sacarose (%) - Concentração de sacarose expressa em porcentagem;
2. Ácido Clorogênico (%) - Concentração do ácido clorogênico 5-cafeoilquínico (5-CQA) expressa em porcentagem;
3. Cafeína (%) - Concentração de cafeína expressa em porcentagem.

Foram realizados os seguintes passos antes de se iniciar as análises laboratoriais:

1. Colheita: Os frutos foram colhidos manualmente entre junho e agosto de 2020 de forma seletiva. Coletou-se aproximadamente um litro de frutos, no estado cereja, de cada planta.

2. Processamento por via seca: O processo consistiu em secar o fruto em sua composição integral (casca, pergaminho, mucilagem e grão). A secagem foi feita imediatamente após a colheita dos frutos, em terreiro suspenso por aproximadamente 15 dias, tempo necessário para obter

umidade, de aproximadamente 11%, ideal para seu armazenamento. Em seguida os frutos secos foram levados individualmente para um descascador de amostras modelo PA-AMO/300 da marca Palini & Alves, onde foram separados a casca e o pergaminho dos grãos, para que as análises fossem efetivadas.

Na determinação da sacarose das amostras de café foram extraídos e isolados segundo a metodologia descrita em Figueiredo (2013) com adaptações. Foram pesados 0,1000 g de café e adicionados em um mL de água ultrapura, agitados vigorosamente e a mistura aquecida a 60 °C por 20 min. Após o resfriamento do extrato em banho de gelo, foi avolumado com água ultrapura em balão volumétrico até completar 25 mL, 2 mL foram filtrados em filtro com membrana 20 µL e passado para vials. As extrações foram realizadas em triplicata.

A sacarose foi identificada e quantificada por cromatografia líquida de alta resolução (CLAE), utilizando o equipamento HPLC Shimadzu (Shimadzu Cooperation Analytical & Measuring Instruments Division Kyoto, Japan) composto por detector UV (modelo SPD-10A), bomba (modelo LC-20AT), injetor automático (Modelo SIL-10A), forno (modelo CTO-10AS) e software LC Solution (Shimadzu). Uma coluna Shimadzu do tipo CLC NH₂, em fase reversa, foi utilizada para a separação da sacarose diretamente ligada à diferença de polaridade entre os compostos da amostra. Compostos mais polares saíram primeiro da coluna, e compostos menos polares tiveram maior interação com a fase estacionária (resina sílica da coluna), ficando assim retidos na coluna por mais tempo. A fase móvel para as análises na NH₂ foi com acetonitrila a 75%. Foi utilizado o detector RID para determinar os índices de refração fornecido pelo detector em comparação aos padrões, a um fluxo de 0,5 mL min⁻¹, a temperatura do forno de 26 °C, o volume de injeção de 20 µL e o tempo total de corrida de 25 min. Os resultados foram expressos em % em matéria seca (LIMA et al., 2010). Foi utilizado padrão de sacarose da marca Sigma Aldrich. As curvas padrão para a determinação da sacarose no *Coffea canephora* foram construídas a partir de seis diluições que variaram de 1000 a 15000 ppm, a fim de abranger as inúmeras concentrações de sacarose presente nas amostras.

O ácido clorogênico (5-CQA) foi extraído segundo metodologia descrita por Torres (2014) com adaptações. Foram pesados 0,1000 g de café e adicionados em cinco mL de solução de metanol 70% v/v preparada com água ultrapura. A mistura foi agitada vigorosamente, aquecida a 60 °C por 60 minutos e novamente agitados a cada 10 minutos. Após resfriar o extrato em banho de gelo, a mistura foi centrifugada por 10 minutos a 12000 rpm, o volume do sobrenadante retirado e colocado em um balão volumétrico de 25 mL, o qual teve seu volume completado com água ultrapura. Foram filtrados 2,0 mL em filtro com membrana 20 µL e passado para vials. As extrações foram realizadas em triplicata e passado para os vials para serem lidos.

O composto foi identificado e quantificado por CLAE, utilizando o equipamento HPLC Shimadzu (Shimadzu Cooperation Analytical & Measuring Instruments Division Kyoto, Japan) composto por detector UV (modelo SPD-10A), bomba (modelo LC-20AT), injetor automático (Modelo SIL-10A), forno (modelo CTO-10AS) e software LC Solution (Shimadzu). Uma coluna do tipo Octadecil Silano, ou simplesmente C18 (250mm x 5 µm x 4,6 mm), em fase reversa foi utilizada. A fase móvel foi composta por 15% de metanol puro e 85% de solução de H₃PO₄ 0,043%. A faixa de comprimento de onda na faixa UV foi de 324 nm. O fluxo da fase móvel foi de 0,7 mL min⁻¹, a temperatura do forno de 26 °C, o volume de injeção de 20 µL e o tempo total de corrida de 25 min. Os resultados foram expressos em % em matéria seca (LIMA et al., 2010). O ácido clorogênico (5-CQA) (Sigma Aldrich, St. Louis, MI, EUA) foi utilizado como padrão e suas curvas construídas com sete diluições que variaram de 50 a 500 ppm, a fim de abranger as inúmeras concentrações deste ácido presente nas amostras.

A cafeína foi extraída segundo metodologia descrita por Torres (2014) com adaptações. Foram pesados 0,1000 g de café e adicionados em cinco mL de solução de metanol 70% v/v preparada com água ultrapura. A mistura foi agitada vigorosamente, aquecida a 60 °C por 60 minutos e novamente agitados a cada 10 minutos. Após resfriar o extrato em banho de gelo, a mistura foi centrifugada por 10 minutos a 12000 rpm, o volume do sobrenadante retirado e colocado em um balão volumétrico de 25 mL, o qual teve seu volume completado com água ultrapura. Foram filtrados 2,0 mL em

filtro com membrana 20 µL e passado para vials. As extrações foram realizadas em triplicata e passado para os vials para serem lidos.

O composto foi identificado e quantificado por CLAE, utilizando o equipamento HPLC Shimadzu (Shimadzu Cooperation Analytical & Measuring Instruments Division Kyoto, Japan) composto por detector UV (modelo SPD-10A), bomba (modelo LC-20AT), injetor automático (Modelo SIL-10A), forno (modelo CTO-10AS) e software LC Solution (Shimadzu). Uma coluna do tipo Octadecil Silano, ou simplesmente C18 (250mm x 5 µm x 4,6 mm), em fase reversa foi utilizada. A fase móvel foi composta por 15% de metanol puro e 85% de solução de H₃PO₄ 0,043%. A faixa de comprimento de onda na faixa UV foi de 272 nm. O fluxo da fase móvel foi de 0,7 mL min⁻¹, a temperatura do forno de 26 °C, o volume de injeção de 20 µL e o tempo total de corrida de 25 min. Os resultados foram expressos em % em matéria seca (LIMA et al., 2010). A cafeína (Sigma Aldrich, St. Louis, MI, EUA) foi utilizado como padrão e suas curvas construídas com oito diluições que variaram de 10 a 300 ppm, a fim de abranger as inúmeras concentrações de cafeína presente nas amostras.

Para as variáveis sacarose, ácido clorogênico e cafeína foram realizada análise de variância dos dados de clones selecionados, utilizando três plantas como repetições, sendo a parcela constituída de 8 plantas. Os dados da pesquisa foram analisados no programa estatístico R (R Core Team, 2020) e após a análise de variância foi realizada comparação das médias utilizando o teste de Scott Knott a 5% de probabilidade, a normalidade dos resíduos por meio do teste de shapiro-wilk a 5% de probabilidade e a homogeneidade de variância com a utilização do teste de oneillmathews a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste trabalho, são apresentados e discutidos os resultados das análises de variâncias individuais, coeficientes de variação (CV) e comparação de médias pelo critério de Scott e Knott no nível de 5% de probabilidade para as três características de três cultivares elite composta cada uma por 9 clones totalizando 27 genótipos de café conilon no Cerrado Planalto Central.

As características avaliadas foram: sacarose (SAC); ácido clorogênico (5-CQA) e cafeína (CAF).

Pelo resultado da análise de variância para SAC, 5-CQA e CAF, todas as fontes de variação em todos os ciclos de maturação foram significativas pelos quadrados médios no teste F entre tratamentos. As médias dos genótipos foram estabelecidos pelo critério de Scott e Knott a 5% de probabilidade. Exceto as variáveis 5-CQA e CAF do grupo tardio, cultivar Centenária, não foram consideradas significativas.

A presença de variabilidade genética significativa dos materiais avaliados para as diferentes características são indicativos favoráveis para a utilização das cultivares na região de Cerrado do Planalto Central.

Para a maioria das características os coeficientes de variação experimental (CV) estiveram dentro da faixa considerada ótima/boa para experimentação em culturas perenes. Os CV (%) estiveram variando nos intervalos de 4,64% a 11,69%.

Altos coeficientes de variação (CV) foram verificados por Ferrão et al. (2003, 2008, 2021) em experimentos de avaliações de progênies e clones de café, com magnitudes de 20 a 40%. Os CV mais elevados podem estar associados às seguintes causas: grande tamanho dos experimentos, dificultando a escolha de uma área com solo uniforme; longo ciclo da cultura; respostas diferenciadas dos materiais à incidência de pragas e doenças a ventos e podas; respostas diferenciadas dos genótipos ao estresse de altas temperaturas, seca e mudanças no período de avaliação nas equipes de trabalhos, que fazem as avaliações de campo, colheita e de pós-colheita.

Segundo as tabelas 1, 2 e 3 verificou-se que as médias sacarose (SACAROSE) foram diferentes em todos os grupos analisados. Para a cultivar Diamante (precoce) a maior concentração foi identificada no clone 107 (7,85%) e a menor no clone 102 (5,83%). No grupo de maturação

intermediário, cultivar Jequitibá, a maior concentração de sacarose foi constatada no clone 105 (8,49%) e a menor no clone 106 (4,59%). Para o grupo tardio, da cultivar Centenária, foram constatados o maior valor no clone 302 (6,29%) e o menor no clone 307 (4,47%).

Clarke (2003), observou que a composição química da sacarose varia de acordo com a espécie e essa diferença contribui para que os grãos crus, quando submetidos aos tratamentos térmicos, forneçam bebidas com características sensoriais diferenciadas, constatou valores que variaram de 5,0% a 7,0% em grãos cru de café conilon semelhante as médias observadas nas cultivares deste trabalho. Fernandes et al. (2002) e Partelli et al. (2014) em seus estudos encontraram valores de 3,48% e 3,88%, 4,30%, 4,31% e 4,48% respectivamente, valores menores aos encontrados no presente estudo.

Foi observado que as médias das concentrações do 5-CQA foram distintas para os grupos precoce (Diamante) e intermediário (Jequitibá) com exceção para a cultivar Centenária (grupo tardio) que não apresentou diferença significativa entre os valores. Os maiores valores encontrados para 5-CQA foram nos clones 105 (8,49%) e 203 (8,28%), e os menores nos clones 106 (4,59%) e 209 (6,55%) para as cultivares Diamante e Jequitibá respectivamente.

Puerta (2011) reportou valores de ácidos clorogênicos para café robusta maduro variando de 7,45% a 10,59%. Em estudos Santos (2018), observou que o teor de 5-CQA aumentou ao longo do processamento pós-colheita para os frutos mais maduros em cafés arábica. Clifford (1985) descreveu teores de 5-ACQ, em amostras de grão cru, variando de 4,42% a 6,47%, para café conilon, Clarke et al. (2003) verificou valores entre 7% e 10% de ácidos clorogênicos. Toci, Farah e Trugo (2006) encontraram valores bem inferiores para as amostras de café cru integral na faixa de 3,18% e 2,23% de café cru descafeinado, demonstrando uma queda no teor de 5-CQA no processo de descafeinação. O amargor e uma adstringência reduzidos no café são importantes para que se perceba sua doçura, proporcionado, principalmente, pelos açúcares glicose e frutose resultantes da decomposição da sacarose no processo de torração do café. Logo, menores quantidades de 5-CQA no café cru podem propiciar um café torrado de melhor qualidade. Rendón (2007)

verificou que bebidas de alta qualidade originam-se de grãos com baixa intensidade sensorial de adstringência e concentração de 5-CQA reduzida. Diferenças observadas nas concentrações de 5-CQA indicadas por diferentes autores, podem ter ocorrido em função das variedades, das diferentes condições climáticas e do tipo de processamento ao qual foram submetidos os cafés estudados.

Para variável cafeína (CAFEÍNA), as médias foram distintas para o grupo precoce e intermediário. No grupo tardio os valores das médias não foram considerados distintos. Os maiores valores encontrados para CAFEÍNA foram nos clones 109 (2,88%) e 201 (2,78%), e os menores nos clones 106 (1,81 %) e 209 (1,72 %) para as cultivares Diamante e Jequitibá respectivamente.

Conforme citado por Agnoletti et al., (2015), o café arábica apresenta teor médio de cafeína (0,9% a 1,2%) menor que o teor médio de cafeína geralmente encontrado em cafés conilons (1,6% a 2,4%) que estão em concordância com os valores citados por Alves et al. (2007), Souza et al. (2010) e Jeszka-Skowron et al. (2015) e próximos aos valores encontrados por Kya et al. (2001) que variaram de 1,51% a 3,33%. Valores próximos aos encontrados no presente estudo, mostrando que o material avaliado apresenta baixo teor de cafeína quando se comparado aos valores máximos encontrados por Teixeira et al. (2007). A cafeína apesar de ser inodora pode ocasionar o amargor na bebida, o que é desejado, porém deve ser equilibrado em cafés de melhor qualidade (MENDES, 2005).

Tabela 1. Concentração média de sacarose (SAC), ácido clorogênico (5-CQA) e cafeína (CAF) de grãos verde de cafés colhidos no ano de 2020 expressos em porcentagem. Cultivar Diamante ES8112. Embrapa Cerrados, 2023.

Clone	SAC (%)	5-CQA (%)	CAF (%)
101	6,166 b	8,019 a	2,787 a
102	5,830 b	7,385 b	2,426 a
103	6,041 b	7,018 b	2,634 a
104	6,069 b	7,046 b	2,237 b
105	6,540 b	8,493 a	2,600 a
106	5,919 b	4,590 c	1,808 c
107	7,857 a	7,841 a	2,437 a
108	7,264 a	8,282 a	2,489 a
109	6,871 a	7,967 a	2,881 a
Média	6,51	7,40	2,48
CV (%)	7,06	4,64	7,58

médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott knott a 5% de probabilidade, de acordo com o teste de Shapiro-Wilk a 5% de significância, os

resíduos podem ser considerados normais e de acordo com o teste de oneillmathews a 5% de significância, as variâncias podem ser consideradas homogêneas.

Tabela 2. Concentração média de sacarose (SAC), ácido clorogênico (5-CQA) e cafeína (CAF) de grãos verde de cafés colhidos no ano de 2020 expressos em porcentagem. Cultivar ES 8122 - Jequitibá. Embrapa Cerrados, 2023.

Clone	SAC (%)	5-CQA (%)	CAF (%)
201	7,216 a	7,102 a	2,781 a
202	6,566 b	7,199 a	2,415 a
203	7,016 a	8,248 a	2,215 b
204	6,076 b	6,624 a	2,242 b
205	7,862 a	7,045 a	2,191 b
206	6,440 b	7,401 a	2,414 a
207	7,121 a	7,661 a	2,470 a
208	5,773 b	7,183 a	2,588 a
209	5,548 b	6,553 a	1,717 c
Média	6,62	7,22	2,34
CV (%)	9,1	6,11	11,69

médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott knott a 5% de probabilidade, de acordo com o teste de shapiro-wilk a 5% de significância, os resíduos podem ser considerados normais e de acordo com o teste de oneillmathews a 5% de significância, as variâncias podem ser consideradas homogêneas.

Tabela 3. Concentração média de sacarose (SAC), ácido clorogênico (5-CQA) e cafeína (CAF) de grãos verde de cafés colhidos no ano de 2020 expressos em porcentagem. Cultivar Centenária ES 8132. Embrapa Cerrados, 2023.

Clone	SACAROSE (%)	5-CQA (%)	CAFEÍNA (%)
301	6,169 a	*	*
302	6,291 a	*	*
303	5,667 a	*	*
304	5,875 a	*	*
305	5,789 a	*	*
306	5,958 a	*	*
307	4,770 b	*	*
308	5,588 a	*	*
309	4,950 b	*	*
Média	5,67	-	-
CV (%)	6,31	-	-

médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott knott a 5% de probabilidade, de acordo com o teste de shapiro-wilk a 5% de significância, os resíduos podem ser considerados normais e de acordo com o teste de oneillmathews a 5% de significância, as variâncias podem ser consideradas homogêneas.

CONCLUSÃO

A caracterização química, aliada aos resultados de produtividade dos grãos, é importante como verificação e seleção para uso potencial das cultivares no Planalto do Cerrado Central e potencial uso dos clones em programas de melhoramento.

Os clones 107 (ciclo de maturação precoce) e 205 (ciclo de maturação intermediário) se destacaram com os maiores concentrações de SAC e os clones 106 (ciclo de maturação precoce) e 209 (ciclo de maturação intermediário) com os menores concentrações de CAF, podem ser utilizados em programas de melhoramento genético de forma individualizada em cruzamentos controlados.

Com base nos resultados, as cultivares sugerem potencial de produção para serem utilizadas em manejo irrigado por aspersão no Cerrado do Planalto Central.

REFERÊNCIAS

AGNOLETTI, B.Z. Avaliação das propriedades físico-químicas de café arábica (*Coffea arabica*) e Conilon (*Coffea canephora*) classificados quanto à qualidade de bebida. 2015.

AGNOLETTI, B. Z.; OLIVEIRA, E. C. S.; PINHEIRO, P. F.; SARAIVA, S. H. Discriminação de café Arábica e Conilon utilizando propriedades físico químicas aliadas à quimiometria. **Revista Virtual de Química**, v. 11 n. 3, p. 785-805, 2019.

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.

ALVES, S. T.; DIAS, R. C. E.; BENASSI, M. T.; SCHOLZ, M. B. S. Metodologia para análise simultânea de ácido nicotínico, trigonelina, ácido clorogênico e cafeína em café torrado por cromatografia líquida de alta eficiência. **Química Nova**, v. 29, n. 6, p. 1164-1168, 2006.

ALVES, B. H. P.; NASCIMENTO, E. A. do; AQUINO, F. J. T. de; CHANG, R.; L. de MORAIS, S. A. Composição química de cafés torrados do cerrado e do sul de Minas Gerais. **Ciência & Engenharia**, v. 16, n. 1/2, p. 9 - 15, 2007.

ARRUDA, A. C.; MINIM, V. P. R.; FERREIRA, M. A. M.; MINIM, L. A.; DA SILVA, N. M.; SOARES, C. F. Justificativas e motivações do consumo e não consumo do café. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, p. 754, 2009.

BICCHI, C. P. et al. 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, June 1995.

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, November 2005.

CLARKE, R. J. Em encyclopedia of food sciences and nutrition. In: CABALLERO, B.; TRUGO, L. C.; FINGLAS, P. (Eds.). **Academic Press**: London, England, v. 3, p. 1486, 2003.

CLEMENTE, A. DA C. S.; CIRILLO, M. A.; MALTA, M. R.; CAIXETA, F.; PEREIRA, C. C.; DA ROSA, S. D. V. F. **Operações pós-colheita e qualidade físico-química e sensorial de café**. Coffee Science, n.10, p. 233, 2015.

CLIFFORD, M. N.; MACRAE, R.; CLARKE, R. J.,. **Em Coffee Chemistry, cap. 5**, London, 1985.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Séries históricas. Disponível em <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cafe>>. Acesso: em março de 2023.

CUNHA, R. D. C. Identificação de compostos voláteis de café sadio e com defeitos por cromatografia gasosa e análise estatística multivariada. 2005.

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.; MONTEIRO, M. C.; CALADO, V.; FRANCA, A. S.; TRUGO, L.C. Correlation between cup quality and chemical attributes of Brazilian coffee. **Food Chemistry**, n. 98, p. 373- 380, 2006.

FELIPE, L. et al. Avaliação do efeito da cafeína no teste de vestibular. **Revista Brasileira de Otorrinolaringologia**, Rio de Janeiro, v. 71, n. 6, p. 758-762, 2005.

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.

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.

FONSECA, A. F.A; FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; SANTOS, L. P.; BRAGANÇA, S. M.; MARQUES, E. M. G. Melhoramento genético de Coffea canephora no Estado do Espírito Santo. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, v. 2., Vitória, ES, 2001.

GEROMEL, C.; FERREIRA, L. P.; GUERREIRO, S. M. C.; CAVALARI, A. A.; POT, D.; PEREIRA, L. F. P.; LEROY, T.; VIERA, L. G. E.; MAZZAFERA, P.; MARRACCINI, P. Biochemical and genomic analysis of sucrose metabolism during coffee (*Coffea arabica*) fruit development. **Journal of Experimental Botany**, v. 57, p. 3243-3258, 2006.

GRENHO, A. I. S. Influência do estresse hídrico na produtividade e qualidade de cinco genótipos de café. 2007. p. 30. Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2007.

INTERNATIONAL COFFEE ORGANIZATION (ICO). **Dados Históricos. 2019**. Disponível em: http://www.ico.org/coffee_prices.asp. Acesso em: 28 jun. 2021.

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

JESZKA-SKOWRON, M.; ZGOŁA-GRZEŚKOWIAK, A.; GRZEŚKOWIAK, T. Analytical methods applied for the characterization and the determination of bioactive compounds in coffee. **European food research technology**, v. 240, p.19–31, 2015.

KITZBERGER, C. S. G. Caracterização e discriminação de cafés arabica de diferentes variedades cultivados nas mesmas condições edafoclimáticas. P. 146, 2012. Tese Doutorado em Ciências de Alimentos) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2012.

KYA, C. L.; LOUARNB, J.; DUSSERTA, S.; GUYOTC, B.; HAMONA, S.; NOIROTA, M. Caffeine, trigonelline, chlorogenic acids and sucrose diversity in wild *Coffea arabica* L. and *C. canephora* P. accessions. **Food Chemistry**, v. 75, p. 223–230, 2001.

LIMA FILHO, T.; DELLA LUCIA, S. M.; SARAIVA, S. H.; LEITE, S. T. Qualidade sensorial e físico-química dos cafés arábica e conilon. **Enciclopédia Biosfera** 2013, 9, 1887.

MARTINEZ, H. E. P.; CLEMENTE, J. M.; DE LACERDA, J. S.; NEVES, Y. P.; PEDROSA, A. W. Nutrição mineral do cafeeiro e qualidade da bebida. **Revista Ceres**, v. 61, p. 838, 2014.

MATULOVÁ, M.; CAPEK, P.; KANEKO, S.; NAVARINI, L.; LIVERANI, F. S. Structure of arabinogalactan oligosaccharides derived from arabinogalactan-protein of *Coffea arabica* instant coffee powder. **Carbohydrate Research**, n. 346, p.1029, 2011.

MENDES, L. C. Estudos para determinação das melhores formulações de blends de café arábica (*C. arabica*) com café robusta (*C. canephora* Conilon) para uso no setor de cafés torrados e moídos e de cafés espresso. Tese de Doutorado em Tecnologia de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 186p, 2005.

MOREIRA, R.F.A., TRUGO, L.C. AND MARIA, C.A.B.. Compostos voláteis de café torrado—Parte II. Compostos alifáticos, alicíclicos e aromáticos. **Química Nova**, v. 23, 195-201, 2000.

MÜLLER, A. J.; HUEBNER, L.; DE SOUZA C. F. V. Avaliação da qualidade físico-química de diferentes marcas de café torrado solúvel e em pó comercializadas na região do vale do Taquari/RS. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 7,p. 1004, 2013.

NOGUEIRA, M.; TRUGO, L. C. Distribuição de isômeros de ácido clorogênico e teores de cafeína e trigonelina em cafés solúveis brasileiros. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, n. 2, p. 296-299, 2003.

OLIVEIRA, S. D.; FRANCA, A. S.; GLÓRIA, M. B. A.; BORGES, M. L. A. The effect of roasting on the presence of bioactive amines in coffees of different qualities. **Food Chemistry**, v. 90, n. 2, p. 287– 291, 2005.

OLIVEIRA, E. M. M. DE; SANTOS, T. F. DOS; SOUZA, A. M. DE; OLIVEIRA, T. C. DE; LIMA, I. S. DE. Métodos de Extração de DNA em Matriz de Café Torrado e Moído. **Comunicado Técnico**. 2015.

OOSTERVELD, A.; VORAGEN, A. G.; SCHOLS, H. Effect os roasting on the carbohydrate composition of *Coffea arabica* beans. **Carbohydrate Polymers**, Barkin, v. 54, p. 183-192, 2003.

PERRONE, D.; DONANGELO, C. M.; FARAH, A. Fast simultaneous analysis pf caffeine, trigonelline, nicotinic acid and sucrose in coffee by liquid chromatographymass spectrometry. **Food Chemistry**, Oxford, v. 110, n. 4, p. 1030-1035, 2008.

RIBEIRO, L. B. B.; MENDONÇA, L. M. V. L.; ASSIS, G.A.; MENDONÇA, J. M. A.; MALTA, M.R.; MONTANARI, F.F. Avaliação química e sensorial de blends de *Coffea canephora* e *Coffea arabica* L. **Coffee Science**, Lavras, v. 9, n. 2, p. 178-186, 2014.

ROGERS, W. J. et al. Biochemical and molecular characterization and expression of the 11S-type storage protein from *Coffea arabica* endosperm. **Plant Physiology and Biochemistry**. Paris, v. 37, p. 261-272, 1999.

RODARTE, M. P. Análise sensorial, química e perfil de constituintes voláteis de cafés especiais. Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.

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, Curitiba, 9., 2015.

SEMEDO J.N. et al. Coffee Responses to Drought, Warming and High [CO₂] in a Context of Future Climate Change Scenarios. In: ALVES F., LEAL FILHO

W., AZEITEIRO U. (Eds.). **Theory and Practice of Climate Adaptation**. p. 465-477. Berlin: Springer, 2018.

SIMULESCU, V.; ILIA. G.; MACARIE, L.; MERGHES, P. Sport and energy drinks consumption before, during and after training. **Science and Sports**, v. 34, n.1, p. 3-10, 2019.

SOUZA, R. M. N.; CANUTO, G. A. B.; DIAS, R. C. E.; BENASSI, M. T. Teores de compostos bioativos em cafés torrados e moídos comerciais. **Química Nova**, v. 33, n. 4, p.885-890, 2010.

TEIXEIRA, M. M.; CORTEZ. J. G.; DE TOLEDO, J. L. B.; DAHER. F. A. Padrão de bebida para o café conilon. In: FERRÃO. R. G.; DA FONSECA, A. F. A.; BRAGANÇA, S. M.; FERRÃO, M. A. G.; DE MUNER, L. H. (Eds). **Café Conilon**. p. 531-537. Vitória: Incaper, 2007.

TEIXEIRA, O. R.; PASSOS, F. R.; MENDES, F. Q. Qualidade físico-química e microscópica de 14 marcas comerciais de café torrado e moído. **Coffee Science**, p. 396, 2016.

TOLEDO, P. R.; PEZZA, L.; PEZZA, H. R.; TOCI, A. T. Relationship between the different aspects related to coffee quality and their volatile compounds. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, 10, p. 1541, 2016.

USDA - U. S. Department Of Agriculture. Coffee World Markets and Trade. Disponível em <<https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/coffee.pdf>>. Acesso: em março de 2023.

WINTGENS, J. N.; Coffee: Growing, Processing, Sustainable Production, 2a ed., **Wiley-VCH**. Weinheim: Switzerland, 2009.

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

CORRELAÇÕES ENTRE CARACTERES QUANTITATIVOS EM CULTIVARES DE CAFÉ CONILON

RESUMO: O Brasil se destaca como o maior produtor e exportador mundial de café. No histórico do melhoramento do cafeeiro no Brasil, os esforços iniciais de seleção foram focados na obtenção de plantas com maior produtividade e vigor. Desde então, a seleção de genótipos promissores, tem levado em consideração uma série de características importantes, incluindo aquelas relacionadas à arquitetura das plantas, sua adaptação e estabilidade em diversos ambientes de cultivo, além do tamanho e qualidade dos frutos e grãos. O objeto do estudo foi caracterizar clones de três cultivares elite de café conilon: Diamante ES8112 (9 clones de maturação precoce), ES8122 - 'Jequitibá' (9 clones de maturação intermediária) e Centenária ES8132 (9 clones de maturação tardia) com o objetivo de avaliar a associação entre variáveis relacionadas ao estágio de maturação dos frutos, à classificação dos grãos em peneiras 16 e maiores e grãos "móca" à características físicas dos grãos crus e aos atributos de qualidade química por meio de análise de componentes principais (ACP) e correlação de pearson com rendograma. Foi observado correlações positivas e negativas entre as propriedades físico-químicas analisadas. Foram verificadas correlações positivas forte para ácido clorogênico e cafeína tanto no grupo precoce quanto no tardio demonstrando uma forte correlação entre esses dois parâmetros. As correlações observadas entre os componentes podem contribuir para a compreensão dos mecanismos envolvidos no processo de formação do grão e suas relações com a qualidade química dos grãos.

ABSTRACT: Brazil stands out as the world's largest producer and exporter of coffee. In the history of coffee breeding in Brazil, initial selection efforts were focused on obtaining plants with greater productivity and vigor. Since then, the selection of promising genotypes has taken into account a series of important characteristics, including those related to plant architecture, their adaptation and stability in different growing environments, in addition to the size and

quality of fruits and grains. The object of the study was to characterize clones of three elite cultivars of conilon coffee: Diamante ES8112 (9 early maturing clones), ES8122 - 'Jequitibá' (9 intermediate maturing clones) and Centenária ES8132 (9 late maturing clones) with the aim to evaluate the association between variables related to the stage of fruit maturation, the classification of grains in sieves 16 and larger and “móca” grains, the physical characteristics of the raw grains and the chemical quality attributes through principal component analysis (PCA) and Pearson correlation with roasting. Positive and negative correlations were observed between the analyzed physicochemical properties. Strong positive correlations were verified for chlorogenic acid and caffeine in both the early and late groups, demonstrating a strong correlation between these two parameters. The correlations observed between the components can contribute to the understanding of the mechanisms involved in the grain formation process and their relationships with the chemical quality of the grains.

INTRODUÇÃO

O Brasil se destaca como o maior produtor e exportador mundial de café (CECAFÉ, 2021). No histórico do melhoramento do cafeeiro no Brasil, os esforços iniciais de seleção foram focados na obtenção de plantas com maior produtividade e vigor (CARVALHO, 2008). Desde então, a seleção de genótipos promissores, tem levado em consideração uma série de características importantes, incluindo aquelas relacionadas à arquitetura das plantas, sua adaptação e estabilidade em diversos ambientes de cultivo, além do tamanho e qualidade dos frutos e grãos (MARIE et al., 2020). Atualmente, a inclusão de informações sensoriais tem desempenhado um papel crucial no desenvolvimento e identificação de cultivares com atributos sensoriais que estão diretamente relacionados à qualidade da bebida (LADO et al., 2019; SETOTAW et al., 2020).

A caracterização dos principais atributos do café como a uniformidade na maturação dos frutos, o tamanho do grão e a eficiência na conversão de cereja para café beneficiado, devem ser considerados na seleção de genótipos superiores, uma vez que se tornam opções atrativas do ponto de

vista do produtor (MONTAGNON et al., 1998; REYES GONZÁLEZ et al., 2016; SOBREIRA, 2016).

Alguns aspectos relacionados aos atributos sensoriais do café requerem o uso de metodologias de análise sensorial específicas, desenvolvidas com o propósito de identificar características sensoriais que atendam aos padrões de qualidade mínimos exigidos pelos consumidores (GIOMO et al., 2009). A avaliação sensorial proposta pela Specialty Coffee Association of America (SCAA) permite a percepção dos diferentes atributos sensoriais que se manifestam após a torra do café. Essa avaliação utiliza uma escala de notas para avaliar características como fragrância/aroma, uniformidade, xícara limpa, doçura, sabor, acidez, finalização, corpo, balanço e padrão geral. A soma das notas atribuídas a cada um desses atributos resulta na nota final, que indica a qualidade global da bebida (SCAA, 2015). Logo, os programas de melhoramento almejam a seleção de materiais que levem em conta um conjunto de variáveis, visando obter ganhos simultâneos em várias características de interesse agrônomo.

Na seleção com base em múltiplos caracteres, é de fundamental importância ter conhecimento sobre a natureza e magnitude das correlações entre os caracteres avaliados. Isso é essencial para obter cultivares aprimoradas, uma vez que permite prever o impacto que a seleção de um caráter terá sobre todo o conjunto de características (SILVA et al., 2013). Na análise de dados, entender as relações entre variáveis é fundamental para obter insights valiosos e tomar decisões informadas. No entanto, à medida que o número de parâmetros a serem considerados em um programa de melhoramento aumenta, a complexidade na seleção dos genótipos superiores também aumenta devido à necessidade de avaliar várias características simultaneamente (BENITEZ et al., 2011; NAKAMURA et al., 2013).

Um recurso adicional que pode facilitar a interpretação das relações entre múltiplas características é o estudo da rede de correlações. Por meio desse estudo, é possível identificar rapidamente padrões sugestivos nos resultados por meio de um gráfico de correlação (EPSKAMP et al., 2012). Essa abordagem torna a análise uma linguagem mais intuitiva para representar um extenso conjunto de informações (LANGFELDER; HORVATH, 2008).

A intensidade da ramificação dos ramos laterais (plagiotrópicos) primários e secundários são importantes características dentro do melhoramento do cafeeiro, pois apresentam correlação positiva com o potencial produtivo, e negativa com a altura da planta (CARVALHO et al., 2008). Vários estudos evidenciaram que os genótipos e cultivares de café respondem de forma diferenciada à prática da poda (CARVALHO et al., 2013; SILVA et al., 2016; REIS et al., 2018; NADALETI et al., 2018; LAGE et al., 2020), revelando a existência de materiais com maior capacidade de resposta e recuperação.

O objetivo deste trabalho foi estudar a correlação entre variáveis quantitativas relacionadas ao estágio de maturação dos frutos, à classificação dos grãos em peneiras 16 e maiores e grãos “móca” à características físicas dos grãos crus e aos atributos de qualidade química por meio da correlação de Pearson com dendrograma.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na área experimental da Embrapa Cerrados, localizada em Planaltina – DF, com altitude de 1.030 m e as análises químicas foram realizadas no Laboratório de Ciência e Tecnologia de Alimentos do mesmo centro de pesquisa.

O clima típico da região onde o ensaio foi instalado, segundo Köppen, é do tipo Aw, área plana de Latossolo Vermelho Escuro com textura argilosa e apresentando média anual de 1200 mm de chuva, com duas estações típicas de períodos chuvosos e de seca e temperatura média anual de 22°C.

O ensaio foi instalado em delineamento de blocos ao acaso, com cada grupo de clones separados em ensaios distintos, de acordo com o ciclo de maturação. As cultivares objeto do estudo foram: Diamante ES 8112, ES 8122 – ‘Jequitibá’ e Centenária ES 8132 constituídas pelo agrupamento de clones com diferentes épocas de maturações. Cada cultivar possui 9 clones, com maturações precoce (maio), intermediária (junho) e tardia (julho), respectivamente (FERRÃO et al., 2013bcd), provenientes do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper). Essas cultivares apresentam produtividade média 120,00 sacas beneficiadas/ha em condições irrigada, estabilidade de produção, alto vigor vegetativo, boa

uniformidade de maturação dos frutos, grãos grandes, tolerância a seca, moderada resistência a *Hemileia vastatrix* e qualidade superior de bebida. (FERRÃO et al., 2015).

As cultivares e seus clones foram analisados de forma separada e independente, uma vez que não existe coincidência de nenhum material genético entre elas, considerando assim ensaios e análises distintas. Foram avaliados os caracteres: grãos retidos na peneira 16 e acima (PEN>16), percentual de grãos “móca” (MÓCA), altura de planta (ALT), projeção de copa (PC), número de nós produtivos (NNP), concentração de sacarose no grão (SAC), teor de ácido clorogênico nos grãos (5-CQA) e percentual de cafeína no grão (CAF).

A correlação foi calculada entre os valores das características, utilizando as médias das variáveis e o coeficiente de Pearson. Essas estimativas foram utilizadas para construir uma correlação, na qual o padrão de relacionamento das associações entre as características é visualizado por meio de gráficos, figuras e números (ROSADO et al., 2017; ROSADO et al., 2019). Cada número possui um peso que indica a força da correlação, e o tamanho dos números varia de acordo com a intensidade das correlações, sendo que números maiores representam correlações mais fortes (EPSKAMP et al., 2012). A principal vantagem da correlação é que conseguimos demonstrar o comportamento do relacionamento: se positivo ou negativo (inverso). Além disso, podemos avaliar qualitativamente quanto a sua intensidade, conforme apresentado no quadro 1. O valor do intervalo de coeficientes de correlação varia de -1 (relacionamento negativo ou inverso perfeito) e +1 (relacionamento positivo ou direto perfeito). Um valor de zero (“0”) indica nenhum relacionamento. No gráfico, quando existe uma correlação perfeita (-1 ou +1), os pontos formam uma linha reta inclinada. Quando positiva (ou direta), X e Y variam no mesmo sentido, ou seja, os dois aumentam. Quando negativa (ou inversa), X e Y variam em sentidos opostos, ou seja, quando X aumenta, Y diminui.

Quadro 1. Avaliação qualitativa do grau de correlação entre duas variáveis

Coefficiente de correlação	Intensidade da correlação
0,000	Nula ou inexistente
0,001 a 0,299	Fraca
0,300 a 0,599	Regular ou moderada

0,600 a 0,899	Forte
0,900 a 0,999	Muito Forte
1,000	Plena ou perfeita

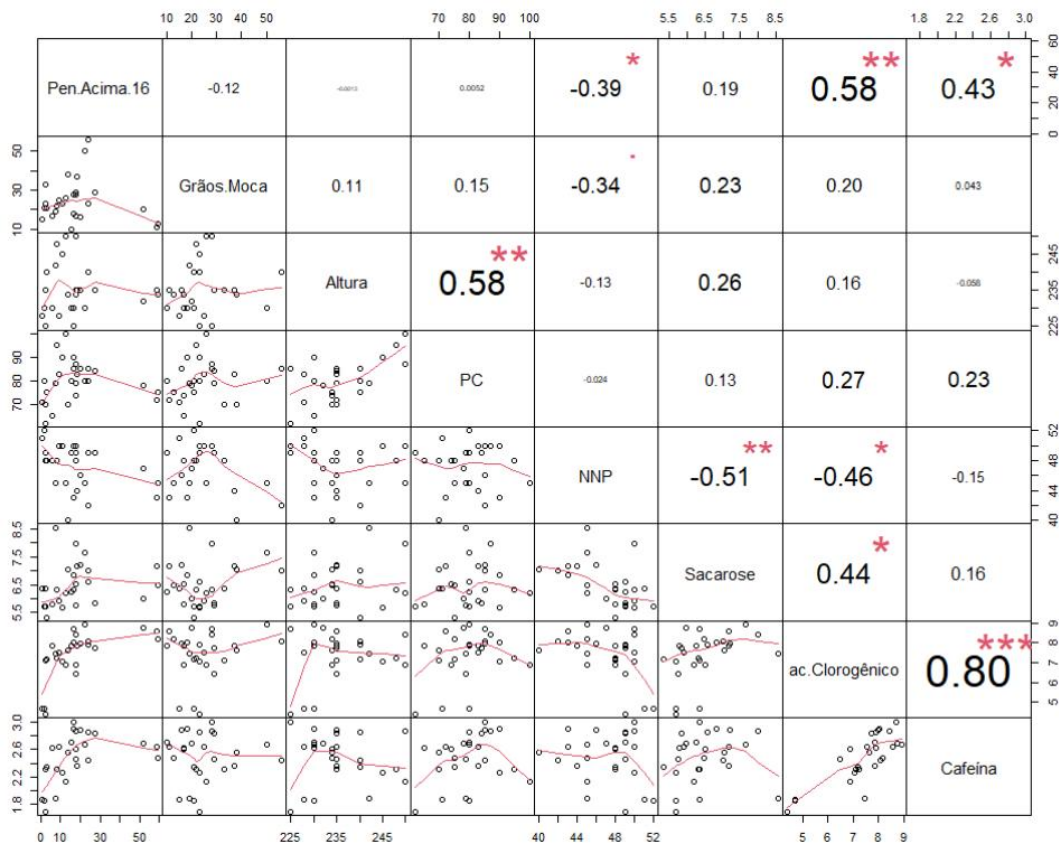
Os dados da pesquisa foram analisados no programa estatístico R (R Core Team, 2020). Processou-se análise de variância para se verificar a existência de variabilidade significativa entre os acessos, em relação aos caracteres avaliados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teste de correlação de Pearson foi proposto para verificar a influência de todos os resultados obtidos em campo com as variáveis analisadas em laboratório de cada grupo das cultivares: Diamante ES 8112, ES 8122 – ‘Jequitibá’ e Centenária ES 8132. As correlações e seus coeficientes significativos são apresentados nas figuras de 1 a 3.

No grupo de ciclo de maturação precoce (figura1) foi observado uma correlação positiva forte entre 5-CQA e CAF, de forte a moderada em relação a ALT e PC (0,58**), PEN>16 e 5-CQA (0,58**) e moderada em SAC e 5-CQA (0,44*) e PEN>16 e CAF (0,43*).

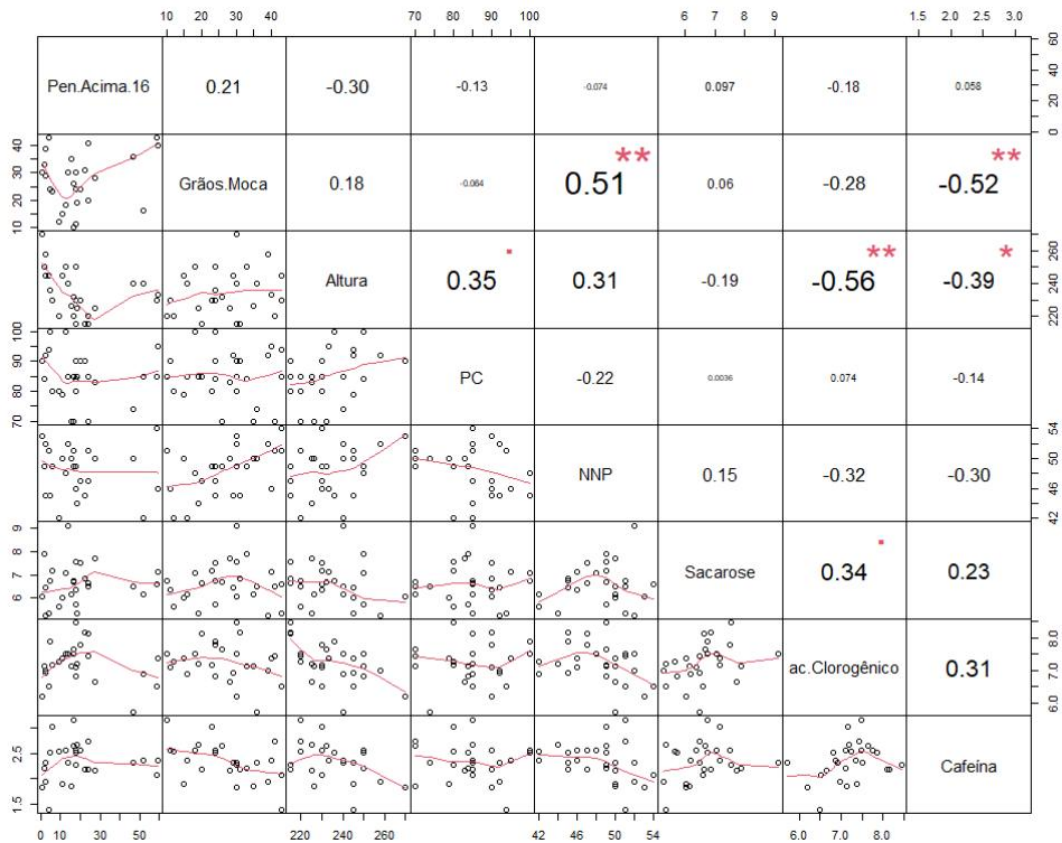
Figura 1. Correlograma dos clones da Cultivar Diamante ES8112 (ciclo de maturação precoce). Embrapa Cerrados, Planaltina, DF, 2020.



Os coeficientes de correlação significativos no nível de significância de 5% são identificados com um único asterisco (*), os significativos no nível de significância de 1%, são identificados com dois asteriscos(**) e, os significativos no nível de significância de 0,5%, são identificados com três asteriscos(***)

O grupo de clones da Cultivar Jequitibá (ciclo de maturação intermediário) obteve uma correlação regular para ALT e PC (0,35*), MÓCA e NNP (0,51**), SAC e 5-CQA (0,34*) e 5-CQA e CAF (0,31). Obteve uma correlação negativa, porém moderada, para ALT e 5-CQA (-0,56**), MÓCA e 5-CQA (-0,52**) e ALT e 5-CQA (-0,39).

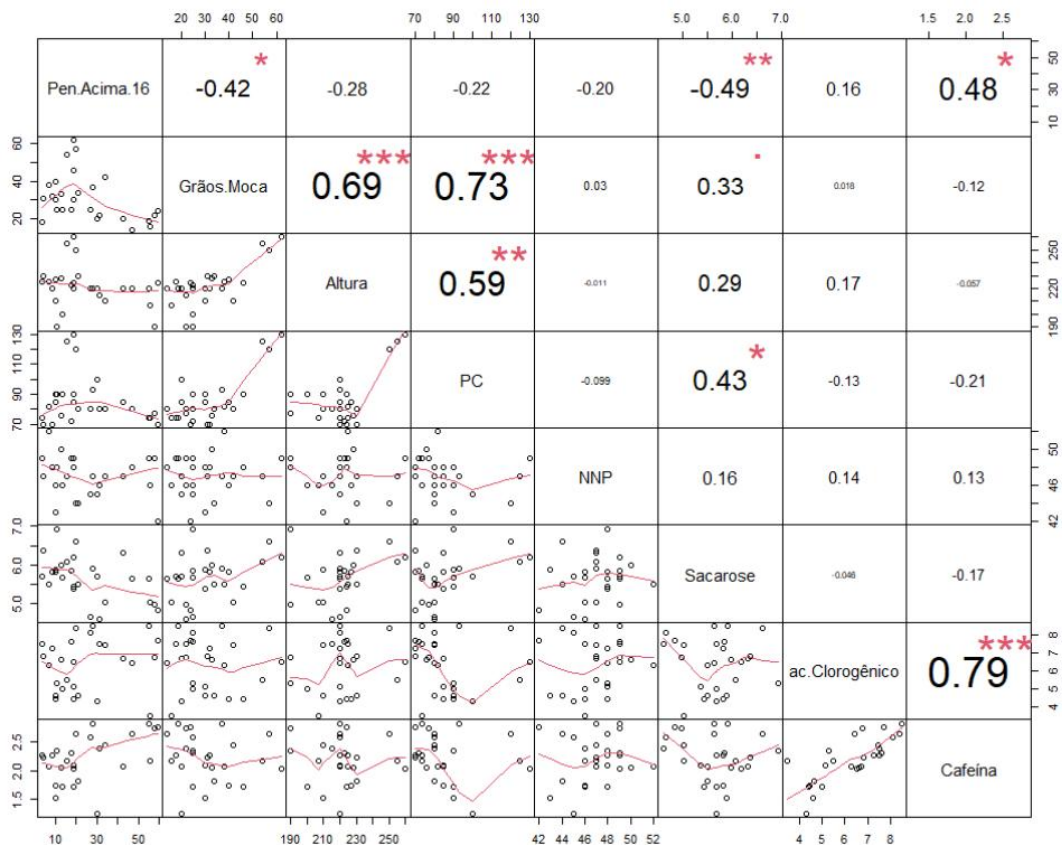
Figura 2. Correlograma dos clones da Cultivar ES1822 - Jequitibá (ciclo de maturação intermediária). Embrapa Cerrados, Planaltina, DF, 2020.



Os coeficientes de correlação significativos no nível de significância de 5% são identificados com um único asterisco (*), os significativos no nível de significância de 1%, são identificados com dois asteriscos(**) e, os significativos no nível de significância de 0,5%, são identificados com três asteriscos(***)

Na figura 3 do grupo de clones da cultivar Centenária (ciclo de maturação tardio) foi observado uma correlação forte entre as variáveis MÓCA e ALT (0,69***), MÓCA e PC (0,73***) e 5-CQA e CAF (0,79***), correlações moderadas em MÓCA e SAC (0,33*), PC e SAC (0,43*) e PEN>16 e CAF (0,48*). A correlação negativa foi observada nas variáveis PEN>16 e MÓCA (-0,42*) e PEN>16 e SAC (-0,49**).

Figura 3. Correlograma dos clones da Cultivar Centenária (ciclo de maturação tardio). Embrapa Cerrados, Planaltina, DF, 2020.



Os coeficientes de correlação significativos no nível de significância de 5% são identificados com um único asterisco (*), os significativos no nível de significância de 1%, são identificados com dois asteriscos(**) e, os significativos no nível de significância de 0,5%, são identificados com três asteriscos(***)

Os grãos de café apresentam uma correlação forte entre o acúmulo de cafeína (CAF) e ácidos clorogênicos (5-CQA) nos grupos de ciclo de maturação precoce (0,80***) e do ciclo de maturação tardio (0,79***). Isso significa que uma alta concentração de cafeína está associada a um considerável acúmulo de 5-CQA, e vice-versa. Estudos realizados por Waldhauser e Baumann (1996) demonstraram que a inibição da síntese de 5-CQA resultou em uma redução na biossíntese de cafeína, indicando uma relação regulatória entre esses compostos complexos.

Conclusão

A população apresenta variabilidade genética e potencial para o melhoramento genético para todas as características avaliadas.

As correlações observadas entre os componentes podem contribuir para a compreensão dos mecanismos envolvidos no processo de formação do grão e suas relações com a qualidade química dos grãos.

Foi possível observar correlações positivas e negativas entre as propriedades físico-químicas analisadas. Correlações positivas forte foram verificadas para ácido clorogênico e cafeína tanto no grupo precoce quanto no tardio demonstrando uma correlação entre esses dois parâmetros avaliados.

REFERÊNCIAS

BENITEZ, L. C. et al. Análise multivariada da divergência genética de genótipos de arroz sob estresse salino durante a fase vegetativa. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 42, n. 2, p. 409–416, abr./jun. 2011. Disponível em: <http://www.ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/1744/556>. Acesso em: 04 out. 2021.

CECAFÉ. CONSELHO DOS EXPORTADORES DE CAFÉ DO BRASIL. **Exportação anual 2021**. 2021. Disponível em: <https://www.cecafe.com.br/dados-estatisticos/exportacoesbrasileiras>. Acesso em: 04 jan. 2022.

CARVALHO, C. H. S. (ed.). **Cultivares de café**. Brasília: Embrapa Café, 2008. 247 p. Disponível em: http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/publicacoes_publicacoes_tecnicas/Livro_Cultivares.pdf. Acesso em: 24 nov. 2021.

Carvalho GR, Botelho CE, Rezende JCD, Ferreira AD, Cunha RLD, Pedro FC (2013) Performance of F4 arabic coffee progenies before and after framework pruning. **Coffee Science** 8:33–42. Disponível em: <http://www.coffeescience.ufla.br/index.php/Coffeescience/article/view/323>. Acesso em: 9 nov. 2022.

EPSKAMP, S. et al. qgraph: Network visualizations of relationships in psychometric data. **Journal of Statistical Software**, v. 48, n. 4, p. 1-18, April 2012. DOI:10.18637/jss.v048.i04. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/232051481_qgraph_Network_Visualizations_of_Relationships_in_Psychometric_Data. Acesso em: 29 jul. 2022.

FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A.; VOLPI, P. S.; VERDIN FILHO, A. C.; LANI, J. A.; MAURI, A. L.; TÓFFANO, J. L.; TRAGINO, P. H.; BRAVIM, A. J. B.; MORELLI, A. P. Diamante Incaper 112: nova variedade clonal de café conilon de maturação precoce para o Espírito Santo. Vitória: Incaper, 2013b. (Incaper, documento 219b).

FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A. da.; VOLPI, P. S.; VERDIN FILHO, A. C.; LANI, J. A.; MAURI, A. L.; TÓFFANO, J. L.; TRAGINO, P. H.; BRAVIM, A. J. B.; MORELLI, A. P. Jequitibá Incaper 8122: nova variedade clonal de café conilon de maturação intermediária para o Espírito Santo. Vitória, ES: Incaper, 2013c. (Incaper, **documento** n. 220c).

FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A. da.; VOLPI, P. S.; VERDIN FILHO, A. C.; MAURI, L. A.; LANI, J. A. 'Diamante ES 8112', 'ES 8122 - Jequitibá' e 'Centenária ES 8132': novas cultivares clonais de café conilon com qualidade de bebida para o Espírito Santo. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 9., 2015, Curitiba. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa Café, 2015.

GIOMO, G. S.; BORÉM, F. M.; TAVEIRA, J. H. S.; FORTUNATO, V. A.; CINTRA, W. O.; ISQUIERDO, E. P. Análise sensorial aplicada à avaliação da qualidade de bebida de café submetido a diferentes métodos de processamento e secagem. In: Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 6, 2009, Vitória. **Anais...** Brasília, D.F: Embrapa - Café, 2011. Disponível em: <http://www.sbicafe.ufv.br/handle/123456789/2622>. Acesso em: 29 jul. 2022.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. *Klimate der Erde*. Gotha: Verlag Justus Perthes. **Justus Perthes**. P.270. 1928.

LADO, J. et al. Integration of sensory analysis into plant breeding: a review. **Agrociencia** Uruguay, v. 23, n.1, p.1-15, April 2019. DOI: 10.31285/AGRO.23.1.16. Disponível em: <http://www.scielo.edu.uy/pdf/agro/v23n1/2301-1548-agro-23-01-101.pdf>. Acesso em: 17 nov. 2021

Lage Maia P, Silva Nadaleti D, Botelho C, Botelho D, Moreira P, Carvalho G (2020) Agronomic performance of coffee in response to framework pruning in cycles of the “safra zero”. **Coffee Science** 15:e151629. <https://doi.org/10.25186/.v15i.1629>

LANGFELDER, P.; HORVATH, S. WGCNA: An R package for weighted correlation network analysis. **BMC Bioinformatics**, v. 9, n. 559, p. 1-13, December 2008. DOI: doi:10.1186/1471-2105-9-559. Disponível em: <https://bmcbioinformatics.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2105-9-559>. Acesso em: 22 dez. 2021.

MARIE, L. et al. G × E interactions on yield and quality in *Coffea arabica*: new F1 hybrids outperform American cultivars. **Euphytica**, v. 216, n. 78, p. 2-17, April 2020. [https://doi.org/10.1007/s10681-020-02608-8\(0123456789\).,-volIV](https://doi.org/10.1007/s10681-020-02608-8(0123456789).,-volIV). Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10681-020-02608-8>. Acesso em: 19 nov. 2021.

MONTAGNON, C. et al. Genetics parameters of several biochemical compounds from green coffee, *Coffea canephora*. **Plant Breeding**, v. 117, n. 6, p. 567–578, July 1998. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0523.1998.tb02211.x>. Disponível em:

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1439-0523.1998.tb02211.x>.
Acesso em: 16 maio 2022.

Nadaleti DHS, Vilela DJM, Carvalho GR, Mendonça JMA, Botelho CE, Coelho LS, Fassio LO, Carvalho JPF (2018) Productivity and sensory quality of arabica coffee in response to pruning type “esqueletamento.” **Journal of Agricultural Science** 10:207– 216. <https://doi.org/10.5539/jas.v10n6p207>

NAKAMURA, L. R. et al. Seleção de genótipos promissores de café: uma abordagem multivariada. **Revista Brasileira de Biometria**, São Paulo, v. 31, n. 4, p. 516–528, 2013. Disponível em: https://www.academia.edu/20437854/Sele%C3%A7%C3%A3o_de_gen%C3%B3tipos_promissores_de_caf%C3%A9_uma_abordagem_multivariada. Acesso em: 16 jul. 2022.

R CORE TEAM. R. A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria. 2019. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 01 dez. 2022.

Reis EAC, Freitas T, Carvalho MAF, Mendes ANG, Rezende TT, Carvalho JPF (2018) Characterization of coffee cultivars leaf rust-resistant subjected to framework pruning. **Coffee Science** 13:63–70. <http://dx.doi.org/10.25186/cs.v13i1.1376>

REYES GONZÁLEZ, F. et al. Evaluación de productividad, calidad física y sensorial del grano del café (*Coffea arabica* L.) en cafetos injertados en el CRUO, Huatusco, Veracruz. **Revista de Geografía Agrícola**, v. 56, p. 45–53, June 2016. DOI: 10.5154/r.rga.2016.56.006. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/311525486_Evaluacion_de_productividad_calidad_fisica_y_sensorial_del_grano_del_cafe_Coffea_arabica_L_en_cafetos_injertados_en_el_CRUO_Huatusco_Veracruz. Acesso em: 29 jul. 2022.

ROSADO, R. D. S. et al. Genetic diversity of sour passion fruit revealed by predicted genetic values. **Agronomy Journal**, v. 111, n. 1, p. 165–174, January 2019. DOI: <https://doi.org/10.2134/agronj2018.05.0310>. Disponível em: <https://access.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.2134/agronj2018.05.0310>. Acesso em: 11 jul. 2022.

SETOTAW, T. A. et al. Genome introgression of Híbrido de Timor and its potential to develop high cup quality C. arabica cultivars. **Journal of Agricultural Science**, v. 12, n. 4, p. 64-76, March 2020. DOI:10.5539/jas.v12n4p64. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1125339/genome-introgression-of-hibrido-de-timor-and-its-potential-to-develop-high-cup-quality-c-arabica-cultivars>. Acesso em: 29 nov. 2021.

SILVA, L. E. et al. Estimativas de correlação entre características produtivas de progenies parcialmente endogâmicas de milho safrinha. In: Seminário Nacional de Milho Safrinha, 12, 2013, Dourados. **Anais...** Brasília: Embrapa

Agropecuária Oeste, 2013, p. 1-5. Disponível em: <https://www.cpa.embrapa.br/cds/milhosafrinha2013/PDF/22.pdf>. Acesso em: 27 jul. 2022.

Silva VA, Rezende JC, Carvalho AM, Carvalho GR, Rezende TT, Ferreira, AD (2016) Recovery of coffee cultivars under the 'skeleton cut' pruning after 4.5 years of age. **Coffee Science** 11:55–64, 2016. Disponível em: <http://www.coffeescience.ufla.br/index.php/Coffeescience/article/view/968>. Acesso em: 9 nov. 2022.

SOBREIRA, F. M. et al. Divergence among arabica coffee genotypes for sensory quality. **Australian Journal of Crop Science**, v. 10, n. 10, p. 1442–1448, October 2016. DOI:10.21475/AJCS.2016.10.10.P7430. Disponível em: http://www.cropj.com/sobreira_10_10_2016_1442_1448.pdf. Acesso em: 18 jul. 2022.

SPECIALTY COFFEE ASSOCIATION OF AMERICA (SCAA). **SCAA Protocols – Cupping Specialty Coffee**, California, USA: SCAA, 2015. 10p. Disponível em: . Acesso em: 29 de abril de 2023.