

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E ENGENHARIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL

DANIEL SOARES FERREIRA

GENÓTIPOS E REGIMES HÍDRICOS EM ZONA DE TRANSIÇÃO: REFLEXOS NA
QUALIDADE DO CAFÉ ARÁBICA

ALEGRE-ES

2019

DANIEL SOARES FERREIRA

GENÓTIPOS E REGIMES HÍDRICOS EM ZONA DE TRANSIÇÃO: REFLEXOS NA
QUALIDADE DO CAFÉ ARÁBICA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito à obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal na área de concentração em Fitotecnia.

Orientador: Prof. Dr. José Francisco Teixeira do Amaral

Coorientador: Prof. Dr. Marcelo Antonio Tomaz

Coorientador: Prof. Dr. Lucas Louzada Pereira

Coorientador: Prof. Dr. Tarcísio Lima Filho

ALEGRE-ES

2019

Ficha catalográfica disponibilizada pelo Sistema Integrado de Bibliotecas - SIBI/UFES e elaborada pelo autor

F383g Ferreira, Daniel Soares, 1993-
GENÓTIPOS E REGIMES HÍDRICOS EM ZONA DE TRANSIÇÃO: REFLEXOS NA QUALIDADE DO CAFÉ ARÁBICA / Daniel Soares Ferreira. - 2019.
78 f. : il.

Orientador: José Francisco Teixeira do Amaral.

Coorientadores: Lucas Louzada Pereira, Marcelo Antonio Tomaz, Tarcísio Lima Filho.

Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias e Engenharias.

1. Café. 2. Mudanças climáticas. 3. Análise multivariada. 4. Irrigação. I. Teixeira do Amaral, José Francisco. II. Pereira, Lucas Louzada. III. Tomaz, Marcelo Antonio. IV. Lima Filho, Tarcísio. V. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Agrárias e Engenharias. VI. Título.

CDU: 63

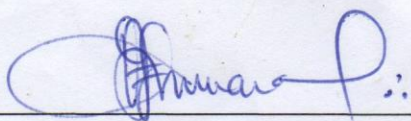
DANIEL SOARES FERREIRA

**GENÓTIPOS E REGIMES HÍDRICOS EM ZONA DE TRANSIÇÃO:
REFLEXOS NA QUALIDADE DO CAFÉ ARÁBICA**

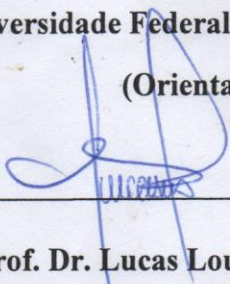
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal na área de concentração de Fitotecnia.

Aprovada em 12 de julho de 2019.

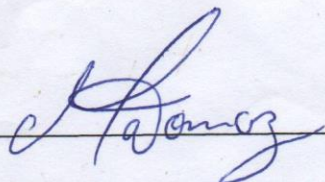
COMISSÃO EXAMINADORA



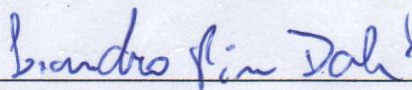
Prof. Dr. José Francisco Teixeira do Amaral
Universidade Federal do Espírito Santo
(Orientador)



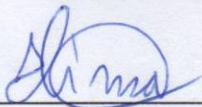
Prof. Dr. Lucas Louzada Pereira
Instituto Federal do Espírito Santo
(Coorientador)



Prof. Dr. Marcelo Antonio Tomaz
Universidade Federal do Espírito Santo
(Coorientador)



Prof. Dr. Leandro Pin Dalvi
Universidade Federal do Espírito Santo



Prof. Dr. Lima Deleon Martins
Centro Universitário São Camilo

Ao Deus da vida;

Ao meu pai, Djalma Soares Ferreira, à minha mãe, Lúcia de Fátima Soares Ferreira, aos meus irmãos e à minha companheira, Ana Caroline Figueiredo por todo apoio e carinho.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pelo dom da vida e por me guiar e proteger todos os dias, por me conceder saúde, me dando força, coragem e discernimento para encarar todos os desafios que apareceram. Aos meus pais Lúcia e Djalma, por todo apoio e confiança, à minha namorada Ana Caroline por toda paciência e apoio sempre e a meus irmãos, sobrinhos e cunhados, por todo o apoio e amparo nos momentos difíceis;

A UFES, e ao PPGPV, pela oportunidade de realização do curso, a CAPES, pela concessão da bolsa de estudos e a FAPES pelo auxílio financeiro e apoio à pesquisa. E, ao IFES-Venda Nova do Imigrante, por me auxiliar e me ajudar na caracterização dos cafés;

Agradeço ao professor Dr. José Francisco Teixeira do Amaral, pela orientação, conselhos e sugestões, pelo apoio e confiança concedida. Ao professor Dr. Marcelo Antonio Tomaz, prof. Dr. Lucas Louzada Pereira e Prof. Dr. Tarcísio Lima Filho pela coorientação, pelo apoio e sugestões e a todo corpo de docentes do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, pelo conhecimento semeado;

Agradeço a valorosa contribuição dos professores Lucas Louzada Pereira, Marcelo Antonio Tomaz, Leandro Pin Dalvi e Lima Deleon Martins que aceitaram o convite para participar desta defesa de dissertação de mestrado;

Ao cafeicultor José Augusto Dermatini Landi e toda a sua família, pelo auxílio, amparo e paciência na condução do experimento em sua propriedade particular;

Agradeço a contribuição dos laboratoristas Mauricio, Larissa e Maiara que sempre me atenderam e me auxiliaram durante a pesquisa e ao Laboratório de Análise e Pesquisa em Café – LAPC, do IFES-Venda Nova do Imigrante, pela amizade e amparo sempre;

Aos amigos, João Marcos, Oséias, Laryssa, Adan, Márcio, Diogo, Simone, Tiago, Sebastião Vinicius, Lima Deleon, Taffarel e Wagner pela amizade, companheirismo e ajuda no desenvolvimento do experimento e aos demais colegas de pós-graduação, pelo convívio, ajuda e troca de experiências;

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização do presente trabalho.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

“Ainda se eu falasse a língua dos homens e dos anjos... Ainda que eu tivesse o dom da profecia, o conhecimento de todos os mistérios e de toda ciência, ainda que eu tivesse toda a fé, a ponto de transportar montanhas, se não tivesse o amor eu não seria nada.”

(1 Cor 13:1-2)

BIOGRAFIA

Daniel Soares Ferreira, filho de Djalma Santos Ferreira e Lúcia de Fátima Soares Ferreira, nasceu em 20 de julho de 1993, em Manhumirim, estado de Minas Gerais. Cursou da primeira a quarta série na Escola Municipal Bonfim I (Acácio da Silva Guimarães) na Zona rural de Manhumirim-MG, a quinta série na Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Maria Barros Horths no distrito de Príncipe, cidade de Iúna-ES, da sexta a oitava série na Escola Municipal Doutora Maria da Conceição Oliveira Ribeiro na Cidade de Manhumirim-MG. Começou a caminhada na área das ciências agrárias no ano de 2009, quando ingressou no curso técnico em agropecuária na Escola Agrotécnica Federal de Alegre, atualmente Instituto Federal do Espírito Santo, campus de Alegre (IFES-Alegre). No ano de 2012, ingressou no curso de graduação em Agronomia do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCAUE-UFES) em Alegre-ES. Durante a graduação, participou como pesquisador de iniciação científica com auxílio financeiro da EMBRAPA, FAPES e CNPq. Em julho de 2017, recebeu o título de Bacharel em Agronomia, foi aprovado e iniciou o mestrado em Produção Vegetal junto ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal da UFES, onde iniciou o curso de Mestrado em Produção Vegetal, submetendo-se à defesa em 12 de julho de 2019.

RESUMO

Com a globalização e o fácil acesso à informação, surge um mercado consumidor mais consciente e voltado para a busca de cafés com qualidade superior. No entanto, a produção desses cafés vem sendo prejudicada em virtude das mudanças climáticas globais, necessitando assim de estudos das técnicas que possam maximizar a produção desses cafés frente a tais mudanças. Nesse sentido, objetivou-se neste estudo, avaliar o efeito dos regimes hídricos sequeiro e irrigado sobre as variáveis sensoriais, físicas e físico-químicas em dez cultivares de cafeeiro arábica (Paraíso H 419-3-3-7-16-2; Paraíso MG/H 419-1; Paraíso H 419-3-3-7-16-11; Paraíso Híbrido; Catuaí 144 SFC; Catuaí 144 CCF; Catucaí 24-136; Catucaí 2-SL; Sacramento MG1 e Oeiras MG-6851), com intuito de discriminar as melhores respostas dos materiais genéticos, visando à produção de cafés especiais em zona de transição para o café arábica. Os genótipos foram avaliados em campo, em esquema de parcelas subdivididas e delineamento de blocos casualizados, com três repetições. Os frutos do cafeeiro arábica foram colhidos com 80% de grãos cerejas e processados via-úmida. Posteriormente, foram avaliadas as características relacionadas a análise sensorial, físicas e físico-químicas das amostras de café. Os resultados evidenciaram existência de variabilidade para quase a totalidade das características avaliadas, com considerável influência do efeito genotípico. Os genótipos do grupo Paraíso demonstraram grande variabilidade genética para as variáveis físico-químicas e sensoriais para os regimes sequeiro e irrigado. Enquanto os genótipos do grupo Catuaí demonstraram menor variabilidade para as características sensoriais em ambos os regimes de cultivo e para as características físico-químicas, no regime irrigado. : Para a análise sensorial, quanto ao atributo nota global, destacaram-se o Catuaí 144 CCF e Catuaí 144 SFC para o ambiente Irrigado e Paraíso H 419-3-3-7-16-2, Catucaí 24-137 e Paraíso H 419-3-3-7-16-11 para o ambiente sequeiro.

Palavras-chave: Café especial, variabilidade genética, variável canônica, mudanças climáticas.

ABSTRACT

With globalization and easy access to information, a consumer market that is more aware and seeking higher quality coffees emerges. However, the production of these coffees has been harmed due to global climate change, thus requiring studies of techniques that can maximize the production of these coffees in the face of such changes. In this sense, the objective of this study was to evaluate the effect of dry and irrigated water regimes on sensory, physical and physicochemical variables in ten arabica coffee cultivars (Paraíso H 419-3-3-7-16-2; Paraíso MG / H 419-1; Paraíso H 419-3-3-7-16-11; Hybrid Paraíso; Catuaí 144 SFC; Catuaí 144 CCF; Catucaí 24-136; Catucaí 2-SL; Sacramento MG1 and Oeiras MG-6851) , in order to discriminate the best responses of genetic materials, aiming the production of specialty coffees in the transition zone to arabica coffee. The genotypes were evaluated in the field, in split plot design and randomized block design with three replications. The fruits of arabica coffee were harvested with 80% of cherries grains and processed via humid. Subsequently, the characteristics related to sensory, physical and physicochemical analysis of coffee samples were evaluated. The results showed the existence of variability for almost all the evaluated characteristics, with considerable influence of the genotypic effect. The Paraíso group genotypes showed great genetic variability for the physicochemical and sensorial variables for the dry and irrigated regimes. While the Catuaí group genotypes showed less variability for sensory characteristics in both cultivation regimes and for physicochemical characteristics in the irrigated regime. : For the sensory analysis, regarding the global note attribute, the Catuaí 144 CCF and Catuaí 144 SFC stood out for the Irrigated and Paraíso H 419-3-3-7-16-2 environment, Catucaí 24-137 and Paraíso H 419 -3-3-7-16-11 for the dry environment.

Keywords: Special coffee, genetic variability, canonical variable, climate change.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Temperatura média e precipitação obtidas em estação meteorológica localizada no distrito de Lagoa Seca município de Alegre-ES.	34
Figura 2. Estado vegetativo da lavoura (A), café cereja descascado ambiente irrigado (B), café cereja descascado ambiente sequeiro (C), terreiro suspenso para secagem do café (D), procedimento de análise sensorial (E, F).....	35
Figura 3. Curva de retenção da água no solo.....	36
Figura 4. Comportamento de cultivares de cafeeiro arábica submetidas a dois regimes hídricos, quanto à produção, na safra 2017-2018.....	41
Figura 5. Efeito dos regimes hídricos sequeiro (A) e irrigado (B) quanto à produção referente à safra 2017-2018, em dez cultivares de cafeeiro arábica.....	42
Figura 6. Comportamento de cultivares de cafeeiro arábica submetidas a dois regimes hídricos, quanto à porcentagem de grãos retidos em peneira 15 acima.	43
Figura 7. Efeito dos regimes hídricos sequeiro (A) e irrigado (B) na porcentagem de grãos retidos em peneira 15 acima em dez cultivares de cafeeiro arábica.	44
Figura 8. Comportamento de cultivares de cafeeiro arábica submetidas a dois regimes hídricos, quanto à porcentagem de grãos moca.....	45
Figura 9. Efeito dos regimes hídricos sequeiro (A) e irrigado (B) na porcentagem de grãos moca em dez cultivares de cafeeiro arábica.....	46
Figura 10. Comportamento de cultivares de cafeeiro arábica submetidos a dois regimes hídricos, quanto à avaliação global dos atributos sensoriais.	51
Figura 11. Efeito dos regimes hídricos sequeiro (A) e irrigado (B) na avaliação global dos atributos sensoriais em dez cultivares de cafeeiro arábica.....	52
Figura 12. Diagrama de dispersão em relação às duas primeiras variáveis canônicas de dez genótipos de cafeeiro arábica, referentes às características físico-químicas no experimento irrigado.....	60
Figura 13. Diagrama de dispersão em relação às duas primeiras variáveis canônicas de dez genótipos de cafeeiro arábica referentes às características físico-químicas no experimento sequeiro.....	61

Figura 14. Diagrama de dispersão em relação às duas primeiras variáveis canônicas de dez genótipos de cafeeiro arábica, referentes às características sensoriais no experimento sequeiro..... 63

Figura 15. Diagrama de dispersão em relação às duas primeiras variáveis canônicas de dez genótipos de cafeeiro arábica, referentes às características sensoriais no experimento irrigado..... 64

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Equivalência de defeitos em café	24
Tabela 2. Classificação de cafés conforme protocolo SCAA.....	25
Tabela 3. Características agronômicas dos grupos de cultivares estudados.....	33
Tabela 4. Resumo da análise de variância de 13 atributos avaliados em dois regimes hídricos de 10 genótipos de cafeeiro arábica, cultivados em zona de transição em Alegre-ES.	40
Tabela 5. Médias da característica aroma de cultivares de cafeeiro arábica submetidas a regimes hídricos.....	47
Tabela 6. Médias da característica sabor de cultivares de cafeeiro arábica submetidas a regimes hídricos.....	48
Tabela 7. Médias da característica acidez de cultivares de cafeeiro arábica submetidas a regimes hídricos.....	49
Tabela 8. Médias da característica da impressão pessoal de cultivares de cafeeiro arábica submetidas a regimes hídricos	50
Tabela 9. Médias da característica condutividade elétrica avaliadas em dez genótipos de café arábica, em dois experimentos, sequeiro e irrigado.....	54
Tabela 10. Médias da característica lixiviação de K avaliadas em dez genótipos de café arábica, em dois experimentos, sequeiro e irrigado.....	55
Tabela 11. Valores médios de sólidos solúveis avaliados em dez genótipos de café arábica, em dois experimentos, sequeiro e irrigado.....	56
Tabela 12. Médias da característica pH avaliadas em dez genótipos de café arábica, em dois experimentos, sequeiro e irrigado	57
Tabela 13. Médias da característica acidez titulável avaliadas em dez genótipos de café arábica, em dois experimentos, sequeiro e irrigado.....	58
Tabela 14. Variáveis canônicas e seus respectivos autovalores e porcentagens simples e acumuladas da variância total.....	59

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	17
Objetivo geral:	19
Objetivos específicos:.....	19
2. REVISÃO DE LITERATURA	20
2.1. Importância da produção de cafés especiais na economia brasileira.....	20
2.2. Qualidade e mercado de cafés especiais	21
2.3. Classificação do café	23
2.4. Variáveis físico-químicas	25
2.5. Zoneamento agroclimático e irrigação de café arábica com enfoque na qualidade de bebida	26
2.6. Melhoramento genético e cultivares melhoradas na cafeicultura.....	30
2.6.1. Oeiras MG 6551	31
2.6.2. Paraíso	31
2.6.3. Catuaí.....	31
2.6.4. Catucaí.....	32
2.6.5. Sacramento	32
3.1. METODOLOGIA.....	34
3.1.1. Localização e esquema estatístico do experimento	34
3.1.2. Cultivares utilizadas, regimes hídricos e tratos culturais	35
3.1.3. Colheita e pós-colheita	36
3.1.4. Análise sensorial via protocolo SCA.....	37
3.1.5. Análise de pH e acidez titulável	38

3.1.6.	Análise de sólidos solúveis.....	39
3.1.7.	Determinação da condutividade elétrica e lixiviação de potássio	39
3.1.8.	Análises estatísticas	39
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	39
5.	CONCLUSÕES	65
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	65
	REFERÊNCIAS	66

1. INTRODUÇÃO

O mercado internacional de café passa por mudanças importantes quanto a negociação, apreciação e filosofias de consumo (GUIMARÃES et al., 2016). Neste sentido, cafés que se destacam por apresentar sabores e aromas mais agradáveis, conciliado com boas práticas agrícolas e com um conceito sustentável, têm atraído o mercado consumidor (LAGES, 2015; GUIMARÃES et al., 2016). Essas mudanças denotam uma nova configuração no mercado, no qual se destacam consumidores com diferentes perfis, e com forte migração para o consumo de cafés especiais (GUIMARÃES et al., 2018).

A demanda por cafés finos ou os conhecidos cafés especiais ocorre em virtude da chamada terceira onda dos cafés. Esse evento mercadológico se destaca em razão da busca por cafés superiores, não somente por suas características sensoriais, mas também pela complexidade de sabores existentes neles, como já ocorrido para os vinhos, que por muitas vezes são vendidos em lotes pequenos e únicos, sendo estes geralmente produzidos de forma artesanal (BOAVENTURA et al., 2018).

Assim, surge um mercado mais exigente quanto à qualidade do café. Com o intuito de atender tais exigências mercadológicas, tornou-se imprescindível mudança do produtor quanto ao manejo das lavouras cafeeiras, visto que os tratamentos culturais adequados são fundamentais para a obtenção de cafés especiais (VERDIN FILHO et al., 2016; CALDAS et al., 2018).

A obtenção de lotes de cafés especiais proporciona aos produtores margens financeiras mais elevadas, em virtude da independência que esse mercado tem em relação aos cafés *commodities*¹, pois direcionam diretamente a comercialização destes cafés com o mercado consumidor, sem a necessidade de intermediários comerciais (GUIMARÃES et al., 2016; BOAVENTURA et al., 2018).

A separação destes lotes de cafés é dada por sua classificação física e sensorial, que distingue aromas e sabores, sendo estes oriundos da interação entre os genótipos e o ambiente, sendo ainda, ponderados mediante operações de colheita e pós-colheita (MALTA e CHAGAS, 2009).

¹ *Commodities* é o termo do inglês utilizado para se referir aos produtos de origem primária que são transacionados nas bolsas de valores internacionais, com qualidade uniforme e com comercialização em grandes escalas (BRANCO, 2008)

Desta forma, conhecer os genótipos que possibilitam a obtenção de cafés especiais é de fundamental importância para o sucesso do produtor, principalmente em regiões de baixas altitudes. Tendo em vista as mudanças de matrizes genéticas em zonas de transição, ou seja, cada vez mais o café arábica de altitude é priorizado no tocante à produção de cafés especiais (ZAIDAN et al., 2016). Entretanto, o conhecimento das boas práticas agronômicas, bem como dos melhores manejos, permite amenizar os efeitos ambientais frente à expressão genética dos genótipos, possibilitando maximizar o potencial genético da planta para qualidade de bebida (GEROMEL et al., 2008).

Outrossim, o produtor rural tem apostado na busca por tecnologias e manejos que visam à produção destes cafés diferenciados em zonas de baixas altitudes. De maneira geral, a agricultura brasileira vem sofrendo com as mudanças climáticas globais (MANKE et al., 2017; FERREIRA et al., 2018), afetando de forma direta as zonas de cultivo para o cafeeiro arábica, em virtude de déficit hídrico e aumento da temperatura (JESUS JUNIOR et al., 2012), principalmente em regiões produtoras de baixa altitude.

O efeito do déficit hídrico é visível e mais conhecido sobre o fator produção do cafeeiro, mas cabe ressaltar que a falta de água no período de enchimento dos grãos promove grande redução na formação do endocarpo do fruto do café, afetando de maneira direta a qualidade final do lote do mesmo (MARSETTI et al., 2013).

Deste modo, a prática da irrigação no cafeeiro arábica em zonas de montanha vem sendo aplicada, visto que, com o aquecimento global e com consequência o aumento na temperatura e a alteração do regime hídrico (JESUS JUNIOR et al., 2012), tal atividade torna-se fundamental para a redução do estresse, relacionado ao déficit hídrico. Proporcionando assim, aumento na produção de fotoassimilado e como consequência, aumento na produtividade e na qualidade do café (DaMATTA et al., 2007; FAGAN et al., 2011; JESUS JUNIOR et al., 2012).

De acordo com DaMatta et al. (2007), a irrigação requer atenção especial quando se trata da cafeicultura moderna, que busca por cafés de qualidade superior, principalmente quando cultivado em zonas de transição. Visto que, o fornecimento inadequado de água pode ainda, promover floradas desuniformes proporcionando uma maturação desigual no cafeeiro, aumentando o número de grãos verdes nos lotes, bem como, pode proporcionar redução nos açúcares provenientes da mucilagem que envolve

o grão maduro do café, afetando na qualidade sensorial da bebida (DaMATTA et al., 2007; LIMA et al., 2008; FAGAN et al., 2011; MARSETTI et al., 2013).

Neste sentido, Ribeiro et al. (2017) destacam que pesquisas que visam entender o efeito de manejos culturais diferenciados, assim como as condições climáticas e o efeito genético sobre as características relacionadas à qualidade de café, têm sido intensificadas de modo a promover diretrizes que possibilitem a busca por cafés de qualidade.

Desta forma, objetivou-se no presente trabalho analisar as variáveis sensoriais, físicas e físico-químicas de dez genótipos de cafeeiro arábica (Paraíso H 419-3-3-7-16-2; Paraíso MG/H 419-1; Paraíso H 419-3-3-7-16-11; Paraíso Híbrido; Catuaí 144 SFC; Catuaí 144 CCF; Catuaí 24-136; Catuaí 2-SL; Sacramento MG1 e Oeiras MG-6851), submetidos a dois regimes hídricos (sequeiro e irrigado) em zona de transição para o cultivo do cafeeiro arábica, na região de Alegre - ES, com o intuito de discriminá-los quanto ao potencial de produção de cafés especiais. Tendo em vista as mudanças climáticas inerentes ao processo de produção de café arábica em zonas de transição.

Objetivo geral:

Avaliar o efeito dos regimes hídricos irrigado e sequeiro em altitude de transição sobre o café arábica, por meio das características físicas, sensoriais e físico-químicas de dez diferentes genótipos, visando à elevação da curva de qualidade do café.

Objetivos específicos:

- Avaliar a porcentagem de grãos retidos em peneira 15 acima dos genótipos de cafeeiros arábica em estudo;
- Avaliar a porcentagem de grãos moca dos genótipos de cafeeiro arábica em detrimento do regime hídrico;
- Avaliar o perfil sensorial dos genótipos de cafeeiro arábica em estudo;
- Analisar as variáveis físico-químicas pH, acidez titulável, lixiviação de potássio, condutividade elétrica e sólidos solúveis dos tratamentos em estudo;
- Analisar a diversidade genética por meio das características físico-químicas e sensoriais dos genótipos, através das variáveis canônicas, em ambientes irrigado e sequeiro.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Importância da produção de cafés especiais na economia brasileira

O café está presente em diferentes estados da federação brasileira, tendo como destaque Minas Gerais e Espírito Santo (Sudeste), Bahia (Nordeste), Rondônia (Norte) e Paraná (Sul), sendo que Minas Gerais destaca-se quanto à produção do café arábica e o Espírito Santo quanto à produção do café conilon (CONAB, 2019).

A participação na produção cafeeira por esses estados federativos proporciona o destaque do Brasil perante a produção mundial de café. De acordo com os dados da CONAB (2019), a produção de café no Brasil no ano de 2018 foi de 61,7 milhões de sacas beneficiadas, sendo que 76,98% deste volume produzido é referente ao cafeeiro arábica.

Grande volume destes cafés produzidos é enviado para mercados externos, movendo assim a balança comercial brasileira. De acordo com os dados da Organização Internacional de Café (OIC, 2018), a participação do Brasil nas exportações de café entre os anos de 2006 e 2016 foi de 29%, sendo a maior taxa de exportações entre os países produtores.

Além de sua importância econômica, a cafeicultura também tem grande relevância social para o Brasil, gerando empregos de forma direta e indireta, tendo seu maior impacto quando observado os pequenos produtores. De acordo com o censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2006), a cafeicultura familiar teve participação de 38% de todo café produzido no Brasil, sendo que 79,53% dos empreendimentos agrícolas que atuaram no seguimento da cafeicultura eram oriundos de agricultura familiar. Indicando, assim, a importância do seguimento da cafeicultura na geração de empregos e na fixação do homem no campo.

A agricultura familiar desempenha um papel de fundamental importância para a geração de produtos de qualidade superior, sendo que essa produção surge como reflexo direto da crescente busca de cafés diferenciados produzidos no Brasil (BOAVENTURA et al., 2018). Os principais importadores de cafés especiais são Estados Unidos (26,8%), Alemanha (15,2%), Bélgica (10,1%) e Japão (10%) (CECAFE 2019).

Outro fator que impulsiona a produção de cafés especiais é a busca do mercado interno brasileiro por cafés de melhores procedências. De acordo com os dados da IOC

(2016), o consumo de café no Brasil alcançou um ganho de 25,55% entre os anos de 2006 e 2016. Apresentando, uma evolução no consumo da bebida pelo mercado interno. Juntamente com esse aumento destaca-se a busca por produtos certificados e com qualidade superior. Conforme destacado por Pereira (2017), o mercado consumidor apresenta tendência para o consumo de produtos registrados, destacando pelas boas práticas agrícolas e por apresentar sabores e aromas diferenciados.

Buscando atender tal demanda mundial e nacional, práticas agrícolas vêm sendo aplicadas e estudos vêm sendo desenvolvidos, de forma a promover o aumento de produtividade de maneira mais sustentável, alcançando os padrões predefinidos pelo mercado consumidor, que busca produtos de qualidade superior (BOAVENTURA et al., 2018).

De acordo com Gloess et al. (2013), a escolha do tipo de café a ser consumido varia de acordo com vários fatores referentes ao consumidor (aspectos culturais, sociais, hábito de trabalho, aspectos financeiros, entre outros), ao produtor (práticas ambientais adotadas, manejo da colheita e pós-colheita, entre outros) e ao produto (sabor, aroma, preço empregado na saca de café, entre outros).

Deste modo, destaca-se a complexidade vinculada ao mercado cafeeiro e sua evolução evidente quanto ao modo de se produzir o café, garantindo a possibilidade de produtos com qualidades superiores e que atendam as demandas atuais e futuras do mercado consumidor.

2.2. Qualidade e mercado de cafés especiais

O café se destaca por possuir aromas e sabores distintos, sendo assim responsável por atrair cada dia mais o mercado consumidor (ZAIDAN et al., 2016), destacando-se por ser uma das bebidas não alcoólicas mais consumidas no mundo (EVANGELISTA et al., 2014). Sua extensão mercadológica varia de acordo com a qualidade e a raridade encontrada nas amostras de café.

O termo qualidade de café pode ser definido como um conjunto de atributos sensoriais, químicos, físicos e sanitários que proporcionam a formação e a intensidade de compostos aromáticos que atendam o gosto e agradem aos consumidores dispostos a investir seu dinheiro sobre o produto (SIMÕES et al., 2008).

A busca por cafés especiais é cada vez maior pelos países mais desenvolvidos, assim como a acessibilidade e o conhecimento, proporciona uma nova tendência de consumo (RIBEIRO et al., 2017). Tal tendência é destacada por Boaventura et al. (2018) com as ondas do café.

A primeira onda do café surge no período pós-guerras e foi caracterizada pela produção de cafés com baixa qualidade, oriundo de um mercado em crescimento exponencial de consumo associado aos processos de produção e comercialização das *commodities*, que objetivavam a distribuição em grande escala dos produtos (BOAVENTURA et al., 2018). A segunda onda surge como reflexo da falta de qualidade de cafés produzidos anteriormente, surgindo os cafés de melhor qualidade e assim a incorporação do termo café especial (ANDRADE et al., 2015).

A terceira onda do café é oriunda de uma revolução no consumo de cafés especiais, em virtude das alterações na diferenciação de produtos e na experiência de consumo, por meio das mudanças de percepção do produto, sendo considerado artesanal e tão complexo quanto o vinho (ANDRADE et al., 2015; BORRELLA et al., 2015; BOAVENTURA et al., 2018).

Tal comportamento mercadológico tem sido estimulado pelo processo de globalização, por meio da apresentação ao consumidor final de uma ampla gama de produtos de qualidade superior e provenientes de diversas origens às quais podem ser rastreadas (FREDERICO e BARONE, 2015). Essa possibilidade de mercado vem estimulando estudos relacionados à qualidade e despertando o interesse de produtores para a busca deste mercado de cafés especiais.

Embora seja de 30 a 40% mais oneroso que o café *commodities* o café especial vem ganhando cada dia mais o gosto do mercado consumidor (RABELO, 2016). Conforme destacado pelo conselho de exportação de cafés do Brasil (CECAFE, 2019), estes têm se destacado perante os produtos exportados pelo Brasil, representando 18,55% de todo volume de café embarcado em 2019.

Como reflexo deste mercado em ascensão, Guimarães et al. (2016), enfatizam a respeito de mudanças relacionadas à busca por cafés diferenciados, oriundos de consumidores que se tornam cada dia mais exigentes quanto ao café consumido. Assim, ocorre a necessidade da reabilitação da forma de cultivo e manejo adotado pelos produtores brasileiros, uma vez que o Brasil tem um parque produtivo amplo e um nível

tecnológico de ponta para a produção cafeeira. Contudo, ainda é visto pelo mercado externo como um produtor de cafés *commodities*, ficando atrás de outros países produtores, quanto à produção de cafés de excelência (D’ALESSANDRO, 2015).

Portanto, torna-se necessário adotar práticas como a escolha da cultivar, posição geográfica da área a implantar a lavoura, tipo de solo, cuidados na colheita e na pós-colheita, entre outras práticas agrícolas cruciais para se alcançar maiores níveis de qualidade do café (D’ALESSANDRO, 2015).

Para Scholz et al. (2013), a origem genética e as condições ambientais do cafeeiro são primordiais para a qualidade, visto que esses fatores em conjunto, são os responsáveis na formação de agentes químicos que após a torra proporcionarão sabor e aroma ao café. No entanto, Geromel (2006) destaca que a restrição hídrica e nutricional no período de enchimento dos frutos pode ser crucial para a qualidade do cafeeiro, em função da forte relação fonte/dreno que ocorre na planta de café neste período, sendo que, um desequilíbrio poderia acarretar em grandes perdas de qualidade.

Outrossim, sabendo que a busca para a produção de cafés especiais vem se tornando cada vez mais frequente entre os cafeicultores. As pesquisas que auxiliam na maximização do potencial das lavouras e a adoção de manejos e práticas culturais que visam produzir tais cafés vêm sendo desenvolvidas para formar diretrizes que possibilitam auxiliar o produtor rural na obtenção de cafés finos.

2.3. Classificação do café

No Brasil, a qualidade do café pode ser dividida em qualidade por tipo ou defeitos, qualidade por peneira e por cor (qualidade física) e qualidade sensorial (BRASIL, 2003). No entanto, a qualidade sensorial se sobressai, visto que essa está relacionada às características de aromas e sabores, sendo a mais buscada pelo mercado consumidor.

A classificação física do café pode ser dividida em classificação quanto ao número de defeitos e quanto ao tamanho e formato dos grãos (BRASIL, 2003). Esses atributos além de promover relação direta com o rendimento, podem promover um diagnóstico das características genéticas das plantas, do sistema de cultivo e do processo de colheita e pós-colheita dos frutos (ANGÉLICO, 2008).

A classificação por defeitos admite sete tipos de valores decrescentes de 8 a 2, oriundos de uma seleção criteriosa de uma amostra de 300 gramas de café beneficiado, sendo que os defeitos podem ser classificados como de natureza intrínseca e extrínseca (BRASIL, 2003).

Os defeitos de natureza intrínseca ocorrem em virtude da alteração do formato original dos grãos, sendo eles: pretos, verdes, ardidos, chochos, mal granados, quebrados, brocados, enquanto os de natureza extrínseca são representados por elementos estranhos no café como os cocos, marinheiro, pau, pedra, entre outros (D’ALESSANDRO, 2015), conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Equivalência de defeitos em café

Defeito	Quantidade	Equivalência
Grãos Pretos	1	1
Grãos Ardidos	2	1
Conchas	3	1
Grãos Verdes	5	1
Grãos Quebrados	5	1
Grãos Brocados	2 a 5	1
Grãos conchos ou mal granados	5	1
Coco	1	1
Marinheiro	2	5
Pau, Pedra, Torrão pequeno	1	2
Pau, Pedra, Torrão regular	1	1
Pau, Pedra, Torrão grande	1	1
Casca Grande	1	1
Casca Pequena	2 a 3	1

Fonte: Brasil (2003).

Outra classificação muito utilizada para expressar a qualidade do café é a classificação por peneira, a qual é levado em conta o tamanho e o formato dos grãos, onde uma amostra contendo 300 gramas de café passa por um conjunto de 14 peneiras de crivos em formato oblíquo (para identificação de grãos moça) e circular (para identificação de grãos chatos), numerados de 8 a 13 e de 12 a 19, respectivamente (BRASIL, 2003).

Embora a classificação física dos cafés seja de relevada importância mercadológica, a classificação sensorial se sobressai quanto à preferência do mercado consumidor em relação à escolha do produto. Conforme apresentado por Boaventura et al. (2018), todas as cafeterias por eles analisadas, fazem sua aquisição de cafés por meio

da metodologia da *Specialty Coffee Association* (SCA), preconizando ainda cafés com pontuação acima de 80 pontos.

Assim, a metodologia de análise sensorial estabelecida pela SCA, caracteriza a avaliação da qualidade dos cafés conforme o formulário de degustação que possibilita a avaliação de 11 (onze) importantes atributos para o café: fragrância/aroma, uniformidade, ausência de defeitos (xícara limpa), doçura, sabor, acidez, corpo, finalização, equilíbrio, defeitos e avaliação global. O somatório das notas e a observação referente à ausência de defeitos proporcionam a determinação do resultado final (SCAA, 2013).

A qualidade do café após a avaliação é classificada conforme a Tabela 2. Destacando-se por avaliar os atributos contidos nas amostras e não os defeitos presentes nela, ficando mais fácil a escolha de um café diferenciado (UEJO NETO, 2008).

Tabela 2. Classificação de cafés conforme protocolo SCAA

Pontuação Total	Descrição Especial	Classificação	Classificação <i>commodities</i>
90-100	Exemplar	Specialty Rare	Estritamente mole
85-89,99	Excelente	Specialty Origin	Apenas mole
80-84,99	Muito Bom	Premium	Mole
< 79,99	Abaixo da Qualidade Specialty	Abaixo de Premium	Duro

Fonte: SCAA (2008) e Dalvi (2011).

2.4. Variáveis físico-químicas

Conforme mencionado anteriormente, as análises sensoriais são as mais importantes para a avaliação da qualidade do café, tomando como metodologia a avaliação degustativa por meio de Q-Grades, sendo sempre variável a forma de avaliação entre os avaliadores e as regiões avaliadas (Pereira, 2017). Portanto, torna-se necessário uma metodologia que possibilite destacar as reais concentrações dos compostos físico-químicos presentes nos grãos de café (Pinto et al., 2002).

Entretanto, Clemente et al. (2015) destacam que nem sempre é possível correlacionar os resultados de análises físico-químicas com os encontrados nas análises sensoriais. Neste contexto, Pereira (2017) relata que existe a possibilidade de sumarizar grandes grupos de dados de forma a permitir melhores interpretações de qualidade de café. Dentre as variáveis físico-químicas de interesse para a qualidade de café,

destacam-se a condutividade elétrica, lixiviação de potássio, pH, acidez titulável, sólidos solúveis, entre outras (Malta e Chagas, 2009).

A composição química do café torrado tem significativa ligação com a qualidade da amostra de café, visto que os compostos químicos podem influenciar a formação de corpo, sabor e aroma do mesmo (Pereira et al., 2010). Neste aspecto, Clemente et al. (2015) mencionam que a utilização de análises físico-químicas, como pH, condutividade, acidez, entre outras, pode atuar de forma significativamente viável para a determinação da qualidade de uma determinada amostra de café.

Para alcançar tais características sensoriais e químicas, Siqueira e Abreu (2006) relatam que a torra é o processo mais importante para o desenvolvimento do sabor e do aroma do café. Contudo, outros fatores cruciais para poder se determinar um lote superior de café, estão relacionados com as características ambientais e a origem genética dos materiais (Scholz et al., 2011).

2.5. Zoneamento agroclimático e irrigação de café arábica com enfoque na qualidade de bebida

O cafeeiro arábica é uma planta tropical de altitude, com seu desenvolvimento pleno quando situado em temperaturas em torno de 18°C a 22°C e precipitação acumulada e bem distribuída de 1200 mm, ao passo que temperaturas mais elevadas e deficiências hídricas, promovem o abortamento floral do cafeeiro implicando em redução drástica na produção (MATIELLO, 1991; DaMATTA e RAMALHO, 2006).

De acordo com Camargo (2010) e Luppi et al. (2014), a aptidão térmica para café arábica pode ser expressa em zonas de temperaturas médias e restrições hídricas. Podendo ser consideradas zonas inaptas ao cultivo as que apresentam temperatura média superior a 24 °C e inferior a 18 °C e restrição hídrica superior a 400 mm, zona de transição, as que apresentam temperatura entre 22,5°C a 24°C e restrição hídrica entre 200 mm e 400 mm e zonas aptas ao cultivo as que se encontram entre 18 °C a 22,5 °C restrição hídrica inferior a 200 mm.

Temperaturas inferiores a 17 °C promovem redução na produtividade do cafeeiro, e tendem a atrasar períodos de colheitas, além de poder estar relacionadas a eventos climáticos como geadas, enquanto temperaturas superiores, estão relacionadas

ao abortamento floral, além de poder ter relação direta com deficiências hídricas severas (MATIELLO et al., 2010).

Alguns estudos evidenciam que as mudanças climáticas apresentam tendência para afetar as zonas de produção do cafeeiro consideradas aptas para o cultivo (PINTO et al., 2008; ANDRADE et al., 2012; BUNN et al., 2015; BUNN 2015; BRAGANÇA et al., 2016). Neste sentido, Jesus Junior et al. (2012) relatam que as mudanças climáticas e a relação das mesmas com alterações nos regimes hídricos, térmicos e mudanças na irradiância, tendem a promover alteração ao zoneamento do cafeeiro.

Conforme destacado por Bragança et al. (2016), as mudanças climáticas e o aumento da temperatura tendem a maximizar áreas com baixa aptidão para a cultura cafeeira no estado do Espírito Santo. Limitando a aptidão apenas em áreas que sejam capazes de promover a restituição hídrica por meio de irrigação (SEDIYAMA et al., 2001).

Nos últimos anos, os estados que concentram grande parte da produção nacional cafeeira sofreram com crises hídricas de grande escala. Assim, Manke et al. (2017) e Ferreira et al. (2018) destacam que as mudanças climáticas globais têm afetado grandes sítios produtivos que não dispunham de sistemas de irrigação para suprimento de água para a cultura. Esse déficit promoveu queda acentuada na produtividade, principalmente do cafeeiro conilon, entre os anos de 2015 e 2016 (CONAB, 2018).

Neste cenário de mudanças, a irrigação destaca-se por promover menor risco produtivo, maior produtividade e melhor qualidade dos frutos, principalmente quando se trata de zonas de transição para a produção do cafeeiro arábica (OLIVEIRA et al., 2010; VENANCIO et al., 2016).

Conforme mencionado por Pizzeta et al. (2016), a seca é um dos fatores abióticos que pode causar maiores prejuízos na produção cafeeira. Rodrigues et al. (2016), ressaltam ainda que mesmo em regiões que apresentam condições térmicas adequadas para a produção, a restrição hídrica provocada por períodos de veranicos intensos pode afetar de forma significativa a produção.

O balanço hídrico da planta é composto pela absorção, transporte e perda de água, sendo os mesmos, processos primordiais para sua instalação e desenvolvimento no campo (MARTINS et al., 2015). À medida que esses processos não se encontram

favoráveis, poderá ocorrer déficit hídrico na planta, podendo ocasionar o comprometimento dos processos bioquímicos e fisiológicos, afetando de forma direta o desenvolvimento e a produtividade (TEIXEIRA, 2014).

Conforme explanado por Camargo e Camargo (2001) a respeito da restrição hídrica no período que se refere ao enchimento dos grãos, estiagens severas podem afetar de forma irreversível o processo de granação, proporcionando assim, o chochamento dos frutos. O cafeeiro arábica geralmente é afetado em sua fase fenológica pelo efeito do fotoperíodo e em virtude de precipitações pluviométricas baixas, o que causa consequências não somente na produtividade do cafeeiro, como também na qualidade do mesmo (MEIRELES et al., 2009).

De acordo com Jesus Filho et al. (2012), as mudanças climáticas tendem a promover irregularidade na intensidade e na distribuição das chuvas, assim como sua alteração quanto à distribuição ao longo do tempo, podendo promover chuvas em excesso no período de inverno, alterando neste sentido a fenologia do cafeeiro e dificultando tratos culturais. Dado que, a restrição hídrica no período de inverno promove estímulo para o florescimento, sem que a mesma cause danos à produção (MARSETTI et al., 2013).

Embora o suprimento hídrico do cafeeiro seja de intensa importância, Camargo e Camargo (2001) e Meireles et al. (2009) destacam que entre os meses de julho e setembro, torna-se adequado a restrição hídrica que em conjunto com o fotoperíodo favorece a formação e o desenvolvimento das gemas florais.

Após a maturação das gemas florais ocorre uma sensibilidade das mesmas quanto ao estímulo de precipitações pluviométricas (DaMATTA et al., 2007). Um período de restrição hídrica antes da antese tende a favorecer as gemas florais que amadureceram mais tardiamente. Outrossim, quando as primeiras chuvas acontecem nos meses de setembro/outubro, ou quando ocorre o fornecimento mecânico da água, tem-se a probabilidade de uma florada mais uniforme (MARSETTI et al., 2013).

De acordo com Clifford (1985), a qualidade dos grãos depende da quantidade de fotoassimilados disponíveis no período de seu crescimento e enchimento, sendo fortemente influenciada pelas relações que ocorrem entre fonte e dreno (FAGAN et al., 2011). Deste modo, durante o crescimento dos frutos ocorre ganho considerável de sacarose pela planta de cafeeiro (ROGERS et al., 1999), sendo esse o principal açúcar

de translocação no floema, podendo atuar na síntese de compostos como fenóis e aldeídos nos frutos (FAGAN et al., 2011).

Assim, Fagan et al. (2011) enfatizam que o crescimento e armazenamento dos grãos e taxa de crescimento do planta podem ser limitantes para a produção e para a qualidade de bebida, por meio da redução no acúmulo de fotoassimilados ocorrido em virtude de estresse que encurta a fase de enchimento dos grãos, como: déficit hídrico, temperaturas elevadas, ataque de pragas, ataque de doenças, deficiências nutricionais entre outras, favorecendo a perda da qualidade do cafeeiro.

Neste sentido, Geromel (2006) destaca que no período de enchimento de grãos os frutos do café atuam como forte dreno para a planta, igualmente, o fornecimento de adubação por meio de fertirrigação proporciona ganhos significativos para que se mantenha um pleno desenvolvimento e qualidade dos frutos (ASSIS et al., 2015).

De acordo com Pimenta et al. (1997), o fornecimento de nutrientes por meio de fertirrigação proporcionou menor volume de grãos moca e grãos miúdos, quando comparado à adubação convencional. Todavia, Guerra et al. (2005) destacam que o fornecimento de água por meio de irrigação em cafeeiro, por um período de cinco anos, proporciona menor desenvolvimento vegetativo e produtivo, além de afetar a qualidade e o tamanho dos grãos.

Os ganhos em taxas fotossintéticas não podem ser diretamente relacionados com ganho em qualidade, visto que plantas cultivadas a pleno sol tendem a apresentar ganhos produtivos (FAGAN et al., 2011), contudo, apresentam redução na qualidade de bebida em virtude da maturação mais rápida dos frutos (SANTIAGO et al., 2017).

A formação lenta dos frutos e seu efeito na qualidade de bebida em café, pode estar relacionada a eventos bioquímicos que ocorrem nos frutos e estão envolvidos na redução no teor de ácido quínico (FAGAN et al., 2011), proporcionando mudanças metabólicas relacionadas à concentração (MENEZES, 1990) e conformação (CORTEZ, 2001) do ácido clorogênico dentro do fruto.

Assim, Marsetti et al. (2013) relatam que o conhecimento a respeito do momento correto para o retorno do fornecimento da irrigação, é uma prática fundamental para que se possa maximizar a produção, a qualidade e o desenvolvimento vegetal do cafeeiro. Ressalta-se ainda, a sua importância para o sucesso produtivo do cafeeiro, frente às

mudanças climáticas. No entanto, é necessário salientar que cuidados devem ser tomados, visando à máxima qualidade dos frutos e sanidade das plantas.

2.6. Melhoramento genético e cultivares melhoradas na cafeicultura

A história da cafeicultura brasileira teve início com a introdução da cultivar conhecida como Típica ou Nacional. Essa cultivar detinha um baixo potencial produtivo, susceptibilidade a ferrugem do cafeeiro e um elevado porte. Posterior a Típica, as cultivares que se destacaram no cenário produtivo do Brasil foram: o Burbom vermelho, Amarelo de Botucatu, Caturra e Sumatra que se destacavam agronomicamente quando comparadas a seu antecessor (CARVALHO et al., 1957). A junção das características obtidas por essas cultivares formou a base do melhoramento genético do cafeeiro arábica no Brasil (CARVALHO, 2007).

Através desta base genética tornou-se possível a obtenção de cultivares superiores, que proporcionaram o sucesso produtivo da cafeicultura (BETTENCOURT e FAZUOLI, 2008; FERRÃO et al., 2011). Deste modo, os programas de melhoramento genético do cafeeiro no Brasil têm buscado aumentar a gama de cultivares melhoradas que atendam características como: tolerância a doenças, qualidade de bebida, tolerância à seca, porte de plantas, resistência à seca, bem como alto potencial produtivo (CARDOSO, 2010).

Outrossim, o lançamento de cultivares melhoradas cria opções para os produtores aumentarem a produtividade, facilitarem os tratos culturais, melhorarem a qualidade de bebida e reduzirem os custos de produção, mas, as condições edafoclimáticas conciliadas com as condições produtivas de cada região, exigem a escolha criteriosa das cultivares recomendadas de forma a garantir o sucesso do empreendimento (RODRIGUES, 2014).

Visando à produção e à busca por novas cultivares melhoradas de cafeeiro, instituições de pesquisas objetivam constantemente aumentar esse portfólio de cultivares. Dentre as instituições de pesquisas cabe destaque o IAC (Instituto Agrônomo de Campinas), EPAMIG (Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais), IAPAR (Instituto Agrônomo do Paraná), Incaper (Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural), UFLA (Universidade Federal de Lavras), UFV (Universidade Federal de Viçosa) como os principais desenvolvedores de

cultivares de café no Brasil. Dentre as cultivares de café arábica desenvolvidas destacam-se, neste trabalho, as cultivares Paraíso, Catuaí, Catucaí, Sacramento e Oeiras.

2.6.1. Oeiras MG 6551

Cultivar desenvolvida em parceria entre a EPAMIG e a UFV, tem sua origem através do cruzamento entre Caturra Vermelho e o Híbrido Timor. Essa cultivar se destaca em virtude de sua tolerância à ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix*), apresentando baixa taxa de infecção pela doença em ano de altas safras, maturação uniforme, porte baixo, cafés com qualidade de bebida elevada, além de apresentar bom potencial produtivo (Tabela 3) (SAKIYAMA et al., 2015).

2.6.2. Paraíso

A cultivar Paraíso foi desenvolvida em parceria entre a EPAMIG e a UFV, através do cruzamento entre Catuaí Amarelo e o Híbrido Timor. Após a primeira combinação da geração F1, as plantas receberam a designação 419, na qual foram obtidas 9 plantas. No primeiro ciclo de seleção, foram selecionadas as plantas F1, designadas H 419-3, H 419-5, H 419-6, e H 419-10, que apresentaram destaque quanto a capacidade de produção, vigor vegetativo e resistência à ferrugem do cafeeiro. Dentre os genótipos deste grupo disponíveis para a comercialização, destaca-se o Paraíso H 419-1, sendo oriundo da geração F4 de oito progênies de H 419-10-6-2. Essa cultivar se destaca por apresentar alta resistência à ferrugem do cafeeiro, maturação média, planta de porte baixo, bom potencial para qualidade de bebida e bom potencial produtivo (FAZUOLI et al., 2008).

2.6.3. Catuaí

Originou-se a partir do cruzamento entre os cafeeiros Caturra Amarelo, IAC 374-19 e Mundo Novo, com o principal objetivo de se obter plantas com alto potencial produtivo. As plantas do grupo Catuaí destacam-se por apresentar um alto vigor vegetativo, altas produtividades, bom potencial para qualidade de bebida e porte baixo. No entanto, é suscetível ao ataque da ferrugem do cafeeiro, o que proporciona grandes discrepâncias entre as safras (biannualidade) de lavouras implantadas com cultivares deste grupo (FAZUOLI et al., 2008).

2.6.4. Catucaí

As cultivares do grupo Catucaí originaram-se do cruzamento natural entre Icatu e Catuaí; as plantas oriundas deste cruzamento foram selecionadas e multiplicadas com o objetivo de se obter uma cultivar com alto potencial produtivo e boa resistência à ferrugem do cafeeiro. As cultivares deste grupo, destacam-se por apresentar elevado vigor vegetativo, alta produtividade, boa qualidade de bebida, porte de baixo a médio dependendo da cultivar e moderada resistência à ferrugem do cafeeiro (FAZUOLI et al., 2008).

2.6.5. Sacramento

A cultivar Sacramento tem sua origem através da hibridação artificial entre as cultivares Catuaí vermelho e o Híbrido Timor, realizado pela equipe da EPAMIG em parceria com a UFV. Essa cultivar destaca-se por apresentar alta resistência à ferrugem do cafeeiro dispensando controle químico deste fungo, ciclo médio de maturação, porte baixo, boa qualidade de bebida e alto potencial produtivo (FAZUOLI et al., 2008).

Tabela 3. Características agronômicas dos grupos de cultivares estudadas

Cultivares	Genitores	Porte	Coloração dos frutos	Tamanho das sementes	Ciclo de maturação	Resistência à ferrugem	Vigor vegetativo	Produtividade	Qualidade de Bebida
Catuaí	Caturra Amarelo, IAC 374-19 e Mundo Novo	Baixo	Vermelho	Médio	Tardio	Suscetível	Alto	Alta	Boa
Catuaí	Catuaí x Icatu	Baixo médio	Vermelha e amarela	Médio	Médio	Resistente	Alto	Alta	Boa
Paraíso	Caturra Amarelo x Híbrido Timor	Baixo	Amarelo	Grandes	Médio	Alta resistência	Médio	Alta	Boa
Oeiras	Caturra Vermelho x Híbrido Timor	Baixo	Vermelho	Grandes	Médio	Moderada resistência	Médio	Alta	Boa
Sacramento	Catuaí vermelho x Híbrido Timor	Baixo	Vermelho	Médio	Médio	Resistente	Médio	Alta	Boa

Fonte: Adaptado de Ferrão et al. (2005); Fazuoli et al. (2008); Sakiyama et al. (2015).

3.1. METODOLOGIA

3.1.1. Localização e esquema estatístico do experimento

O experimento foi desenvolvido em propriedade particular no distrito de Lagoa Seca, interior do município de Alegre no sul do estado do Espírito Santo ($20^{\circ} 52' 07''\text{S}$ e $41^{\circ} 28' 43''\text{W}$), região tipicamente cultivada com o cafeeiro arábica.

A área em estudo tem uma elevação de 640,00 m em relação ao nível do mar, e apresentou precipitação acumulada entre os meses de novembro de 2017 e julho de 2018 de 900,46 mm (Figura 1) com períodos chuvosos bem distribuídos entre os meses de novembro e maio apresentando assim, poucos eventos de irrigação para o ano produtivo recorrente, além de apresentar temperatura média de $22,33^{\circ}\text{C}$.

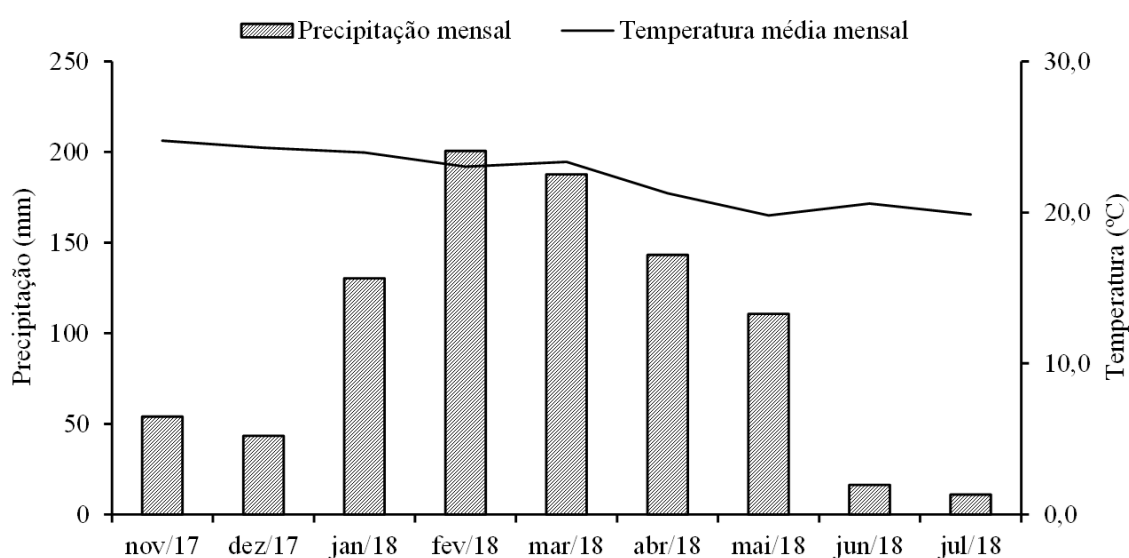


Figura 1. Temperatura média e precipitação obtidas em estação meteorológica localizada no distrito de Lagoa Seca município de Alegre-ES.

Utilizou-se esquema experimental de parcelas subdivididas, com dez cultivares de cafeeiro arábica (parcelas) e dois regimes hídricos (subparcelas), onde cada parcela experimental foi composta por três plantas em um delineamento em blocos casualizados com três repetições. O espaçamento adotado foi de 2,5 m x 1,0 m, totalizando uma população de 4000 plantas por hectare, com sete anos de idade (Figura 2A).

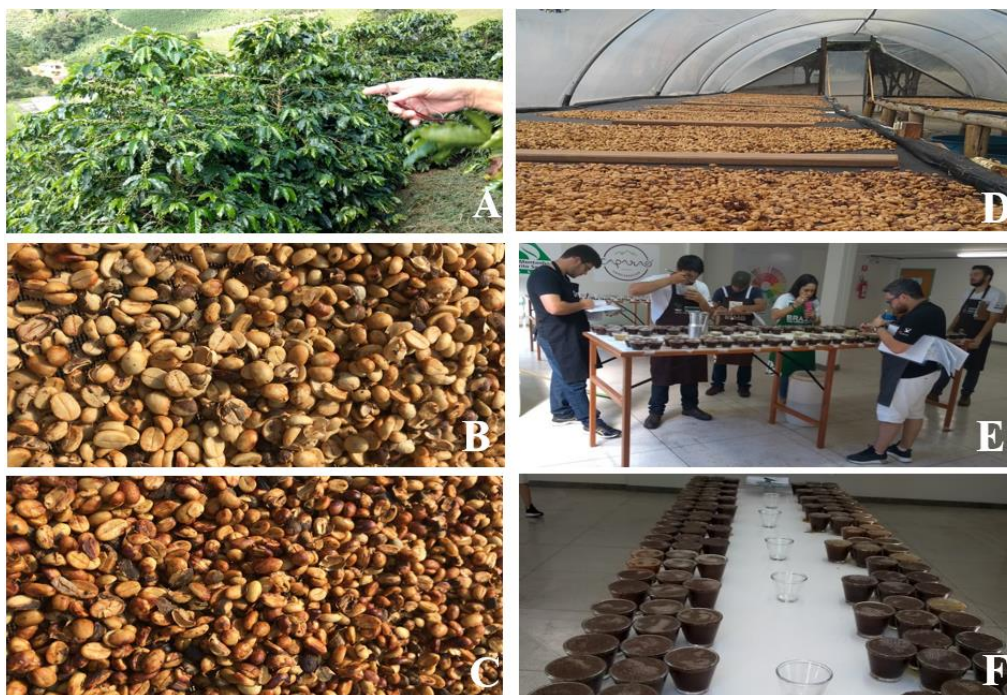


Figura 2. Estado vegetativo da lavoura (A), café cereja descascado em ambiente irrigado (B), café cereja descascado em ambiente sequeiro (C), terreiro suspenso para secagem do café (D), procedimento de análise sensorial (E, F).

As plantas foram irrigadas durante os sete anos, apresentando destaque para o ambiente irrigado quando comparado ao ambiente sequeiro para as características fitotécnicas e produtivo conforme apresentado por Rodrigues et al. (2016) trabalhando no mesmo ambiente de cultivo. Ressalta-se ainda que o ano do referido estudo, foi caracterizado por um ano chuvoso, e com bialidade positiva para o ambiente sequeiro e negativa para o ambiente irrigado.

3.1.2. Cultivares utilizadas, regimes hídricos e tratos culturais

Os genótipos utilizados neste experimento foram selecionados em virtude de suas características agrônômicas e produtivas, sendo favoráveis para plantios na região em estudo. Os genótipos de cafeeiro arábica selecionados foram: Paraíso H 419-3-3-7-16-2; Paraíso MG/H 419-1; Paraíso H 419-3-3-7-16-11; Paraíso Híbrido; Catuaí 144 SFC; Catuaí 144 CCF; Catuaí 24-136; Catuaí 2-SL; Sacramento MG1 e Oeiras MG-6851.

O fornecimento de água foi realizado por meio de dois regimes hídricos. O primeiro regime hídrico é o completamente sequeiro, com entrada de água somente em períodos de chuvas, sendo o mesmo monitorado pela estação meteorológica automática modelo Irriplus E 3000 instalada no local do experimento. O segundo, é oriundo do

fornecimento de água por irrigação no sistema de gotejamento, com a finalidade de sustentar a planta evitando estresse hídrico severo e em momentos de alta demanda hídrica, sendo o mesmo monitorado por tensiômetros instalados na lavoura.

A determinação da tensão adequada para a irrigação foi obtida por meio da curva característica do solo gerada pelos pontos referentes às tensões de 10 kPa; 30 kPa; 60 kPa; 100 kPa; 300 kPa e 1500 kPa (Figura 3). Desta maneira, foi possível observar que os valores de umidade de solo na capacidade de campo (CC) e no ponto de murcha permanente (PMP) foram de 0,2308 m³/m³ e 0,1561 m³/m³, respectivamente, procedendo à irrigação quando a umidade do solo se encontrava com 60% da CC.

Com base nesses dados e com o conhecimento da capacidade de reposição de água do sistema, foi possível determinar o período de irrigação e o tempo em que o sistema de irrigação ficaria ligado.

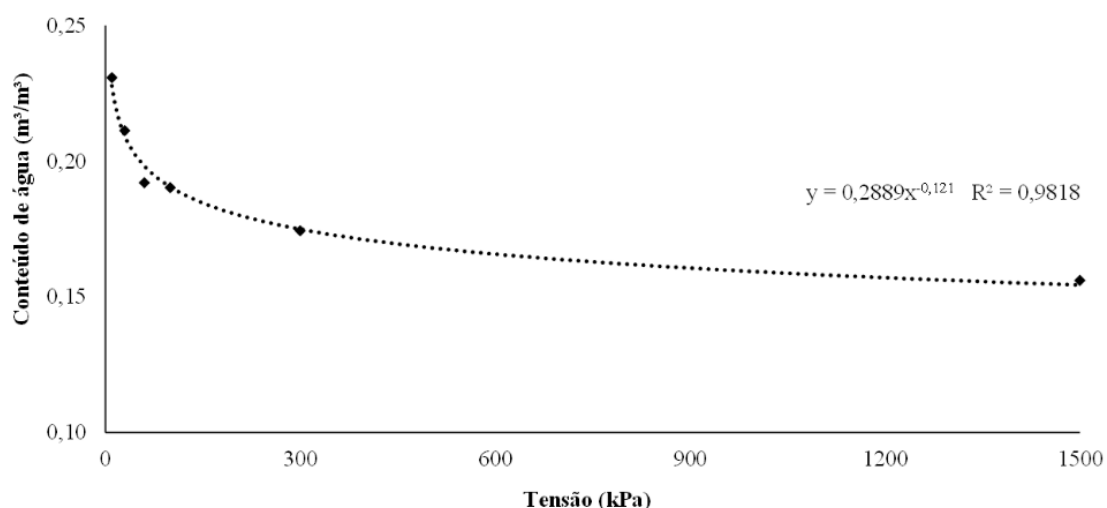


Figura 3. Curva de retenção da água no solo.

As práticas agrícolas (controle de plantas daninhas, adubação, calagem, desbrota, etc.) foram estabelecidas conforme a necessidade do cafeeiro e em virtude de análise química do solo, conforme recomendações para o cultivo do cafeeiro arábica no Brasil propostas por Prezotti et al. (2007) e Reis e Cunha (2010).

3.1.3. Colheita e pós-colheita

Quando aproximadamente 80% dos frutos encontravam-se no estágio cereja procedeu-se a colheita semimecanizada de cada parcela experimental com auxílio de derriçadora lateral. Os frutos colhidos foram medidos em recipiente graduado de modo

a permitir a determinação da produtividade. Posteriormente, as amostras dos frutos foram separadas em sacolas plásticas devidamente identificadas.

Visando promover o máximo da conservação da qualidade do café e evitar a fermentação indesejável, as amostras foram encaminhadas imediatamente ao Laboratório de Análise e Pesquisa em Café – LAPC, do Instituto Federal do Espírito Santo campus Venda Nova do Imigrante, onde se procedeu a separação dos grãos verdes, boias e malformados e o processamento de pós-colheita via úmida dos frutos procedendo o café cereja descascado (Figura 2B, C e D).

3.1.4. Análise sensorial via protocolo SCA

Após a secagem do café descascado em terreiro suspenso, até atingir 12% de umidade (CORREA et al., 2014; TASCÓN et al., 2014), procedeu-se a limpeza dos grãos por meio da retirada do endocarpo do endosperma.

As torras foram conduzidas utilizando o torrador Laboratto TGP2, com auxílio do conjunto de discos Agrtron-SCA, o ponto de torra destas amostras, situou-se entre as cores determinadas pelos discos 65 e 55. As torras foram realizadas com 24 horas de antecedência à análise sensorial e a moagem respeitou o tempo de 8 horas de descanso após a torra. Todas as amostras foram torradas entre 8 a 10 minutos e, após a torra e o resfriamento, as amostras permaneceram lacradas, conforme a metodologia de análise sensorial estabelecida pela SCA (SCAA, 2013).

Das amostras oriundas do processo de torra foram gerados dados inerentes à análise sensorial. Sendo que a qualidade de um dado lote de café, ao ser avaliada por meio do método da SCA, é expressa através de uma escala numérica centesimal. O formulário de degustação fornece possibilidade de avaliação de 11 (onze) importantes atributos para o café: fragrância/aroma, uniformidade, ausência de defeitos (xícara limpa), doçura, sabor, acidez, corpo, finalização, equilíbrio, defeitos e avaliação global. Resultados altamente positivos decorrem da percepção de um equilibrado conjunto formado pelos atributos avaliados (SCAA, 2013).

Os resultados dessa avaliação sensorial são estabelecidos a partir de uma escala de 16 (dezesseis) unidades que representam os níveis de qualidade com intervalos de 0,25 (um quarto de ponto) entre valores numéricos compreendidos entre “6” e “9”. Para

os cafés considerados bons 6,00 a 6,75, muito bom de 7,00 a 7,75, excelente, 8,00 a 8,75 e excepcional de 9,00 a 9,75 pontos (SCAA, 2013).

As amostras de cafés foram moídas com moedor elétrico Bunn G3, com granulometria média/grossa. Cada lote de café foi degustado por 6 provadores profissionais com 5 xícaras (Figura 2E e F) conforme proposto por Pereira et al. (2018), sendo adotada a concentração ótima de 8,25 gramas de café moído em 150 mL de água, em conformidade com o ponto médio do gráfico de equilíbrio, ótimo para obtenção do Golden Cup (SCAA, 2013). O ponto de infusão de água foi realizado após a água atingir 92-95 °C. Os Q-Graders iniciaram as avaliações quando a temperatura das xícaras atingiu os 55 °C, respeitando o tempo de 4 minutos para a degustação após a infusão (SCAA, 2013).

A determinação da porcentagem de grãos retidos em peneira 15 acima e de grãos moça, foi realizada com auxílio de jogo de peneiras com malhas específicas de acordo com as recomendações de Brasil (2003).

3.1.5. Análise de pH e acidez titulável

A determinação dos valores de pH foi realizada à temperatura ambiente (25°C) por meio de pHmetro, de acordo com método da AOAC (1990), com modificação. Pesou-se 5 gramas de amostra de café torrado e moído, adicionado 50 mL de água destilada em Erlenmeyer e mantido sob agitação, em agitador magnético, por uma hora. Posteriormente, foi filtrado em papel filtro comum à temperatura ambiente e realizada a leitura do pH, com pHmetro calibrado a cada utilização com soluções tampão de pH 4,0 e 6,96.

Para a realização da análise de acidez titulável pesou-se a quantia de 5 gramas de café torrado e moído e misturou-se a 50 mL de água destilada sob agitação com auxílio de agitador magnético durante uma hora. Esta solução foi filtrada em papel filtro comum. Fez-se a titulação com solução de NaOH 0,1 mol.L⁻¹ até o ponto de viragem. Para facilitar a visualização do ponto do mesmo, conduziu-se esta análise com auxílio de pHmetro e a adição de NaOH, que foi feita até a solução atingir pH de 8,3. O resultado da acidez expressou-se em mL de NaOH 0,1 mol.L⁻¹ por 100 g de café (IAL, 2008).

3.1.6. Análise de sólidos solúveis

A determinação dos teores de sólidos solúveis foi baseada na metodologia da AOAC (1990), com adaptações. O extrato utilizado para determinar os sólidos solúveis foi obtido a partir de 2 g de grãos torrados e moídos, em 50 mL de água destilada. A suspensão ficou em agitador mecânico por 1h a 150 rpm, posteriormente, o extrato foi filtrado em papel filtro e então realizada a leitura em um refratômetro de bancada. Os resultados são expressos em porcentagem.

3.1.7. Determinação da condutividade elétrica e lixiviação de potássio

Realizada nos grãos crus, baseada na metodologia recomendada por Prete (1992). Para tanto, pesou-se 50 gramas de grãos de café cru de cada tratamento, que foram posteriormente imersos em 75 mL de água deionizada e colocados em potes plásticos com tampa em estufa a 25 °C por 24 h. A condutividade elétrica foi obtida em condutivímetro previamente calibrado com solução padrão de NaCl com condutividade conhecida. Os resultados são expressos em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ de amostra.

A análise de lixiviação de potássio foi realizada segundo a metodologia de Prete (1992). Foram pesados 50 g de café cru, imersos em 75 mL de água, por 24 h, na temperatura de 25°C em estufa. Procedeu-se a leitura em fotômetro de chama e o resultado expresso em mg L^{-1} de potássio lixiviado.

3.1.8. Análises estatísticas

Para as análises estatísticas foram realizadas análises conjuntas de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott, em 5% de probabilidade para os genótipos e Tukey, em 5% de probabilidade para os regimes hídricos. Para agrupar os tratamentos foi utilizada análise de variáveis canônicas, mediante exames visuais em dispersões gráficas, sendo recomendados os escores das duas primeiras variáveis canônicas, que explicam mais de 70% da variação total disponível. Utilizou-se o programa Genes nas análises estatísticas (CRUZ, 2013).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os dados apresentados na Tabela 4, é possível observar que houve interação significativa entre os genótipos e os regimes hídricos, para todas as variáveis sensoriais e físico-químicas em estudo, necessitando assim de realizar análise de forma desdobrada dos dados.

Tabela 4. Resumo da análise de variância de 13 atributos avaliados em dois regimes hídricos de 10 genótipos de cafeeiro arábica, cultivados em zona de transição em Alegre-ES

FV	GL	Quadrado médio						
		Produção	Peneira	Grãos moca	Aroma	Sabor	Acidez	Impressão pessoal
Bloco	2	0.01116	1.80505	7.11666	0.01052	0.04324	0.00020	0.006002
Genótipos (G)	9	2.32963*	314.212*	109.979*	0.03107*	0.05720 ^{ns}	0.06465*	0.033389*
Erro A	18	0.12690	4.73881	2.41296	0.00991	0.03482	0.01592	0.010548
Regime hídrico (RH)	1	0.41666*	568.284*	205.350*	0.04320 ^{ns}	0.26004*	0.00522 ^{ns}	0.117042*
Interação G*RH	9	2.44963*	82.2479*	22.8685*	0.03315*	0.14133*	0.02577*	0.045445*
Erro B	20	0.06533	4.58198	2.81666	0.01180	0.04552	0.01244	0.016290
CV		3,01	2,89	13,97	1,54	2,99	1,57	1,79

FV	GL	Quadrado médio					
		Avaliação Global	Condutividade elétrica	Lixiviação de potássio	Sólidos solúveis	pH	Acidez titulável
Bloco	2	0.41846	4.36550	0.00155	0.01516	0.00155	290.40000
Genótipos (G)	9	1.63564*	61.91898*	0.01114*	0.11794*	0.01114*	2675.44444*
Erro A	18	0.26200	7.45087	0.00090	0.00572	0.00090	155.95555
Regime hídrico (RH)	1	6.14400*	13.34816 ^{ns}	0.07561*	0.08816*	0.07561*	6784.06666*
Interação G*RH	9	1.67071*	15.54520*	0.00457*	0.07409*	0.00457*	832.65925*
Erro B	20	0.29149	3.13500	0.00138	0.00800	0.00138	121.00000
CV		0,68	3,30	0,65	4,37	0,65	6,06

*F significativo em nível de 5% de probabilidade; ns não significativo.

De acordo com os dados da Figura 4, os genótipos Paraíso MG/H 419-1, Sacramento MG1, Catucaí 2-SL, Paraíso H 419-3-3-7-16-11 e Paraíso (Híbrido), apresentaram maiores produções quando submetidos ao regime hídrico sequeiro para a safra 2017-2018, enquanto Catucaí 24-137, Catuaí 144 CCF e Oeiras MG-6851 obtiveram maiores produções para o regime irrigado.

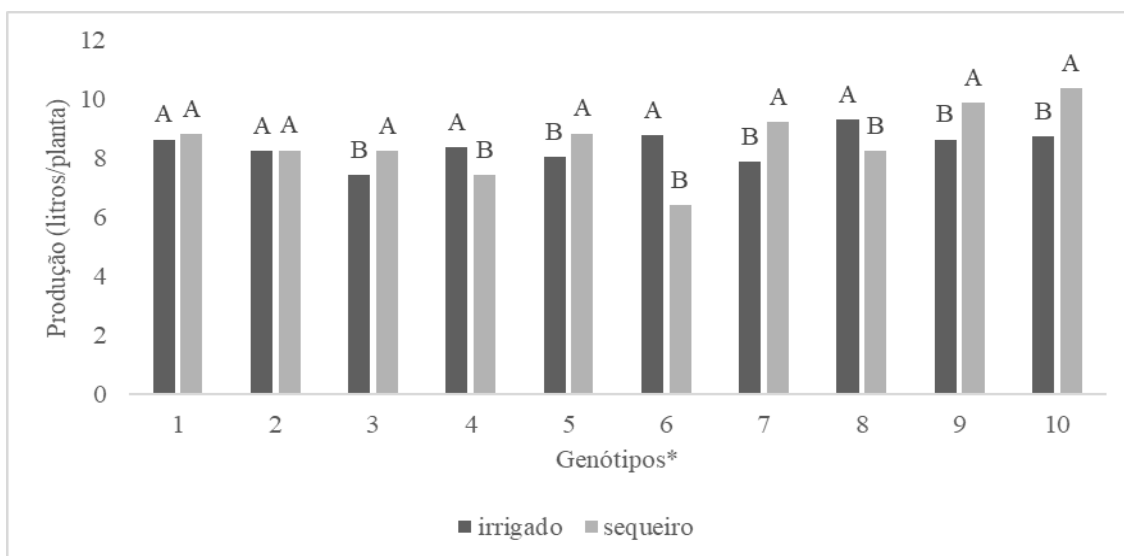


Figura 4. Comportamento de cultivares de cafeeiro arábica submetidas a dois regimes hídricos, quanto à produção, na safra 2017-2018.

(*) (1) Paraíso H 419-3-3-7-16-2; (2) Catuaí 144 SFC; (3) Paraíso MG/H 419-1; (4) Catucaí 24-137; (5) Sacramento MG1; (6) Catuaí 144 CCF; (7) Catucaí 2-SL; (8) Oeiras MG-6851; (9) Paraíso H 419-3-3-7-16-11 e (10) Paraíso (Híbrido).

Médias seguidas por uma mesma letra não diferenciam entre si pelo teste de Tukey (5%).

O comportamento dos genótipos quanto à produção para as condições em estudo, pode ter ocorrido em virtude do efeito da bienalidade do cafeeiro (MATIELLO et al., 2010), visto que na safra 2017-2018, os genótipos se encontraram em bienalidade positiva para o regime hídrico sequeiro e negativa para o regime irrigado.

Estudando o efeito da irrigação complementar em região de transição em duas safras de cafeeiro arábica, Rodrigues et al. (2017) destacam que os genótipos Paraíso MG/H 419-1, Catucaí 144 CCF, Catucaí 24-137; Catucaí 2SL, Oeiras MG-6851 e Sacramento MG1, apresentaram ganhos em produção quando comparados ao regime sequeiro. Embasando a hipótese de que as respostas dos genótipos contidos na Figura 4 podem ter ocorrido em reflexo à bienalidade do cafeeiro.

O comportamento dos genótipos para o regime sequeiro (Figura 5A) demonstra que os genótipos Paraíso H 419-3-3-7-16-2, Sacramento MG1, Catucaí 2-SL, Paraíso H 419-3-3-7-16-11 e Paraíso (Híbrido), apresentaram média de produção superior aos demais genótipos, enquanto Catucaí 24-137 e Catuaí 144 CCF apresentaram as menores produções para esse ambiente. Para o regime irrigado (Figura 5B), o genótipo Oeiras MG-6851 apresentou a maior produção entre os genótipos em estudos, enquanto Paraíso MG/H 419-1 apresentou a menor produção.

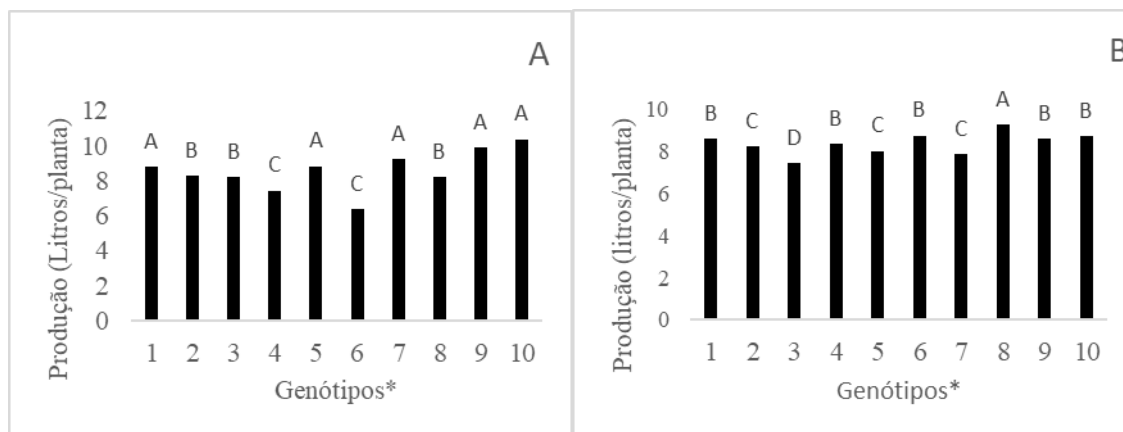


Figura 5. Efeito dos regimes hídricos sequeiro (A) e irrigado (B) quanto à produção referente à safra 2017-2018, em dez cultivares de cafeeiro arábica.

(*) (1) Paraíso H 419-3-3-7-16-2; (2) Catuaí 144 SFC; (3) Paraíso MG/H 419-1; (4) Catucaí 24-137; (5) Sacramento MG1; (6) Catuaí 144 CCF; (7) Catucaí 2-SL; (8) Oeiras MG-6851; (9) Paraíso H 419-3-3-7-16-11 e (10) Paraíso (Híbrido).

Médias seguidas por uma mesma letra não diferenciam entre si pelo teste de Scott-Knott (5%).

O efeito da irrigação sobre o tamanho dos grãos em cultivares de café arábica cultivados em zona de transição, demonstra que o regime hídrico sequeiro proporcionou maior porcentagem de café retido em peneira 15 acima (Figura 6) para os genótipos Paraíso H 419-3-3-7-16-2, Catucaí 24-137, Sacramento MG1, Catucaí 2-SL, Oeiras MG-6851, Paraíso H 419-3-3-7-16-11 e Paraíso (Híbrido), enquanto para Catuaí 144 CCF o regime sequeiro promoveu maior média quando comparado ao irrigado (Figura 4).

De acordo com Custodio et al. (2007), em trabalho visando analisar o efeito da irrigação sobre a classificação do café, a parcela correspondente ao regime hídrico sequeiro, apresentou a maior porcentagem de grãos de café de maiores diâmetros, quando comparado com o regime hídrico irrigado.

Tal comportamento pode ser proveniente das múltiplas floradas favorecidas pelo fornecimento da irrigação quando as mesmas não são suspensas no período de repouso vegetativo do cafeeiro, promovendo, desta forma, a formação de frutos em diferentes estádios de maturação e em consequência, menores índices de grãos retidos na peneira 15 acima (CAMARGO, 1987). Além disto, Matiello et al. (2010) enfatizam que efeito genotípico, climáticos e a produção pendente também podem exercer forte influência sobre o tamanho dos grãos.

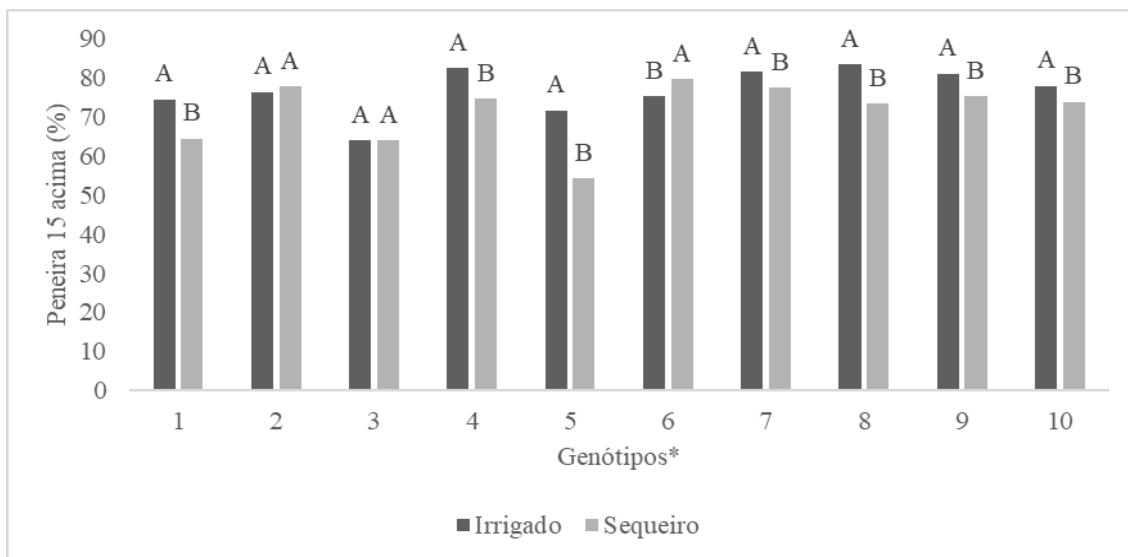


Figura 6. Comportamento de cultivares de cafeeiro arábica submetidas a dois regimes hídricos, quanto à porcentagem de grãos retidos em peneira 15 acima.

(*) (1) Paraíso H 419-3-3-7-16-2; (2) Catuaí 144 SFC; (3) Paraíso MG/H 419-1; (4) Catuaí 24-137; (5) Sacramento MG1; (6) Catuaí 144 CCF; (7) Catuaí 2-SL; (8) Oeiras MG-6851; (9) Paraíso H 419-3-3-7-16-11 e (10) Paraíso (Híbrido).

Médias seguidas por uma mesma letra não diferenciam entre si pelo teste de Tukey (5%).

Para o regime sequeiro (Figura 7A), os genótipos Catuaí 144 CCF, Catuaí 144 SFC e Catuaí 2SL apresentaram as maiores porcentagens de grãos em peneira 15 acima, enquanto o genótipo Sacramento MG1 foi o que obteve as menores médias de grãos retidos em peneira 15 acima nesta condição de cultivo. Entretanto, quando cultivados sob irrigação (Figura 7B), os genótipos Catuaí 24-137, Catuaí 2-SL, Oeiras MG-6851 e Paraíso H 419-3-3-7-16-11 apresentaram as maiores médias para peneira 15 acima, enquanto o genótipo Paraíso MG/H 419-1 apresentou a menor média nessa condição de cultivo.

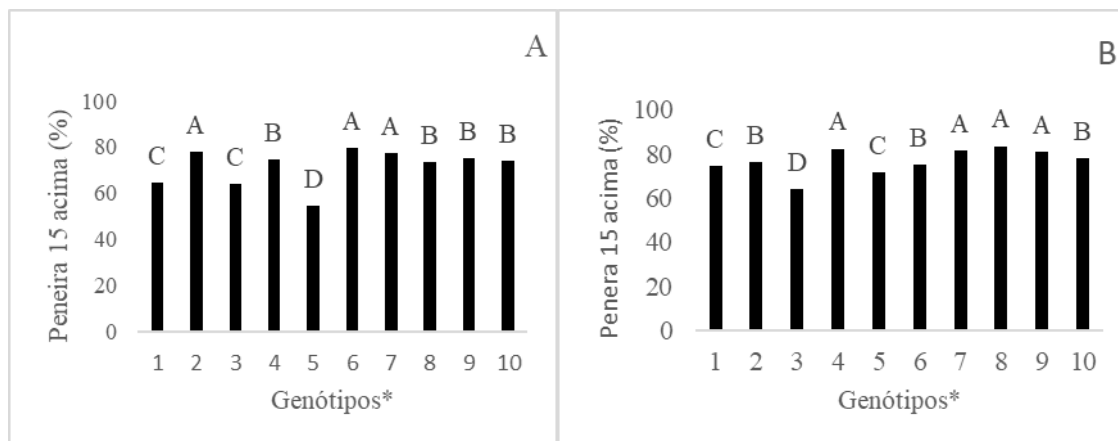


Figura 7. Efeito dos regimes hídricos sequeiro (A) e irrigado (B) na porcentagem de grãos retidos em peneira 15 acima em dez cultivares de cafeeiro arábica.

(*) (1) Paraíso H 419-3-3-7-16-2; (2) Catuaí 144 SFC; (3) Paraíso MG/H 419-1; (4) Catuaí 24-137; (5) Sacramento MG1; (6) Catuaí 144 CCF; (7) Catuaí 2-SL; (8) Oeiras MG-6851; (9) Paraíso H 419-3-3-7-16-11 e (10) Paraíso (Híbrido).

Médias seguidas por uma mesma letra não diferenciam entre si pelo teste de Scott-Knott (5%).

Conforme destacado por Rodrigues et al. (2017), os genótipos de cafeeiro arábica apresentam grande diversidade genética, mesmo quando submetidos às mesmas condições ambientais, culturais e climáticas. Estudando a classificação de grãos de cultivares de café arábica cultivados em sistema adensado, Apostólico et al. (2015) demonstraram que existe a formação de grupos distintos em cultivares de café arábica para o tamanho de grãos, independente do trato cultural aplicado.

Os dados da Figura 8 permitem observar que a irrigação proporcionou menor número de grãos moca para os genótipos Catuaí 144 SFC; Paraíso MG/H 419-1; Catuaí 24-137; Paraíso H 419-3-3-7-16-11 e Paraíso (Híbrido), enquanto para os demais não apresentou diferença estatística entre os regimes hídricos. De acordo com Matiello et al. (2010), a formação dos grãos moca ocorre em virtude de problemas com a fecundação dos grãos decorrente dos genótipos, sendo agravados em ocasião de fatores climáticos adversos e deficiência hídrica e nutricional. Podendo pressupor que o regime hídrico sequeiro agravou a formação de grãos moca para tais cultivares.

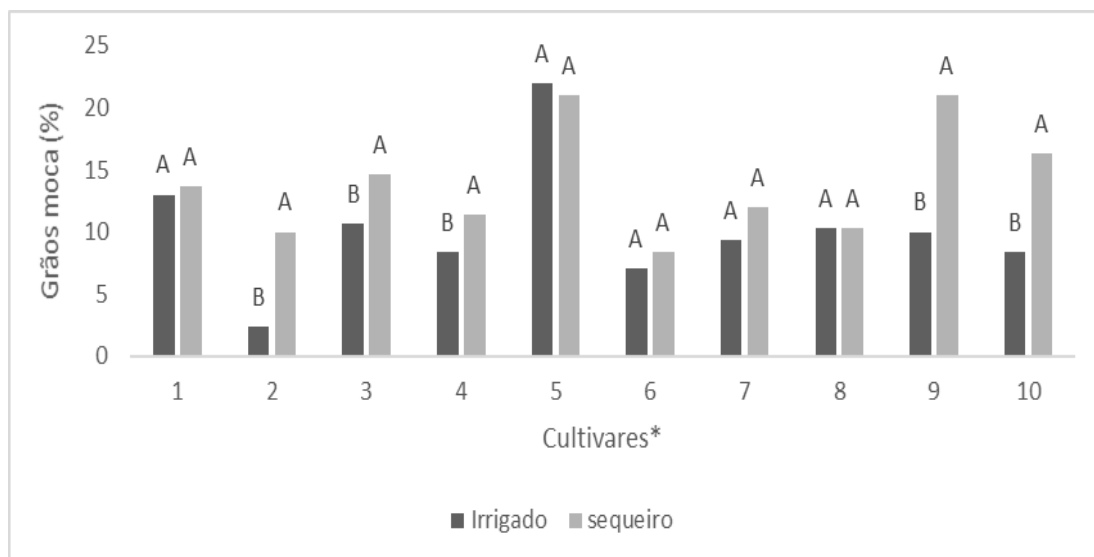


Figura 8. Comportamento de cultivares de cafeeiro arábica submetidas a dois regimes hídricos, quanto à porcentagem de grãos moca.

(*) (1) Paraíso H 419-3-3-7-16-2; (2) Catuaí 144 SFC; (3) Paraíso MG/H 419-1; (4) Catuaí 24-137; (5) Sacramento MG1; (6) Catuaí 144 CCF; (7) Catuaí 2-SL; (8) Oeiras MG-6851; (9) Paraíso H 419-3-3-7-16-11 e (10) Paraíso (Híbrido).

Médias seguidas por uma mesma letra não diferenciam entre si pelo teste de Tukey (5%).

Os dados da Figura 9A, referentes ao efeito do regime hídrico sequeiro nos genótipos em estudo, destacam a formação de quatro grupos de médias em que novamente a cultivar Catuaí 144 SFC, juntamente com Catuaí 144 CCF, Oeiras MG-6851 e Catuaí 24-137 apresentaram a menor porcentagem de grãos moca, enquanto a cultivar Sacramento MG1 e Paraíso H 419-3-3-7-16-11 apresentaram a maior concentração de grãos moca entre os genótipos em estudo para o regime sequeiro.

Para o regime irrigado (Figura 9B) ocorreu a formação de quatro grupos de médias, onde o primeiro grupo foi formado unicamente pela cultivar Sacramento MG1, enquanto o grupo que apresentou menor porcentagem de grãos moca foi formado pela cultivar Catuaí 144 SFC.

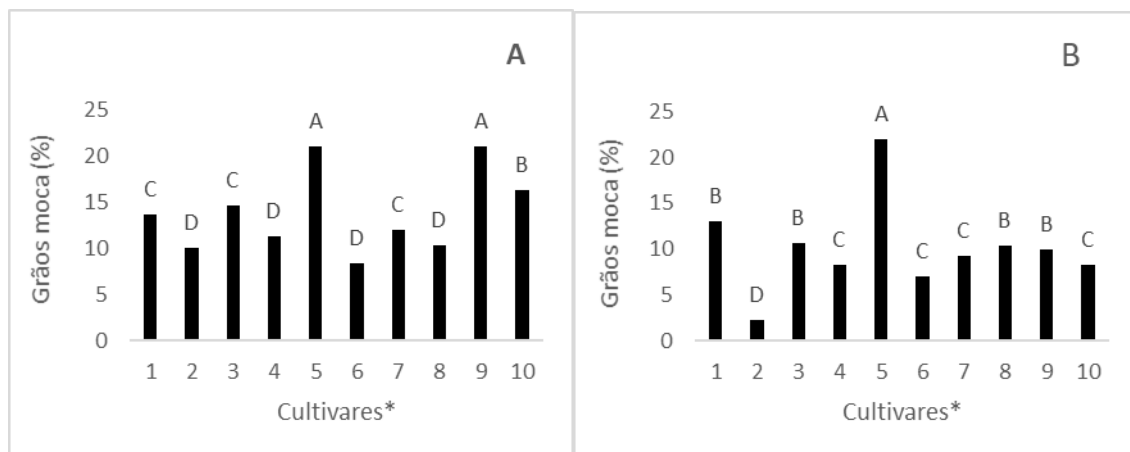


Figura 9. Efeito dos regimes hídricos sequeiro (A) e irrigado (B) na porcentagem de grãos moca em dez cultivares de cafeeiro arábica.

(*) (1) Paraíso H 419-3-3-7-16-2; (2) Catuaí 144 SFC; (3) Paraíso MG/H 419-1; (4) Catuaí 24-137; (5) Sacramento MG1; (6) Catuaí 144 CCF; (7) Catuaí 2-SL; (8) Oeiras MG-6851; (9) Paraíso H 419-3-3-7-16-11 e (10) Paraíso (Híbrido).

Médias seguidas por uma mesma letra não diferenciam entre si pelo teste de Scott-Knott (5%).

A cultivar Catuaí é destacada por Laviola et al. (2007), por apresentar menor número de grãos moca, quando submetida a diferentes doses de adubação. Demonstrando estabilidade genética desta cultivar para a formação de grãos chatos, mesmo quando submetida a condições adversas de cultivo.

É possível observar que três cultivares apresentam valores acima de 15% de grãos moca para o ambiente sequeiro, enquanto para o ambiente irrigado apenas a cultivar Sacramento MG1 encontrou-se acima deste valor. Tal fato pode ser explicado em virtude de que o fornecimento hídrico regular favorece o desenvolvimento vigoroso da planta promovendo uma boa taxa de fecundação e a formação adequada dos frutos (PEDROSO et al., 2009), O que faz acreditar que a relação fonte-dreno foi mantida a favor do dreno.

Além do conhecimento do tamanho do grão e da probabilidade da cultivar proporcionar a formação de grãos moca, a análise sensorial dos genótipos facilita a caracterização final da qualidade do café.

Os dados apresentados na Tabela 5 referentes a respostas dos genótipos de cafeeiro arábica estudadas, sob os regimes hídricos em zona de transição para o atributo aroma, denotaram que Catuaí 144 SFC e Catuaí 144 CCF apresentaram respostas superiores quando submetidos ao ambiente irrigado.

Tabela 5. Médias da característica aroma de cultivares de cafeeiro arábica submetidas a regimes hídricos

Cultivares	Aroma					
	Sequeiro			Irrigado		
Paraíso H 419-3-3-7-16-2	7,11	a	A	7,02	b	A
Catuaí 144 SFC	7,06	b	B	7,21	a	A
Paraíso MG/H 419-1	6,92	b	A	7,04	b	A
Catuaí 24-137	7,19	a	A	7,06	b	A
Sacramento MG1	7,04	b	A	7,01	b	A
Catuaí 144 CCF	7,00	b	B	7,21	a	A
Catuaí 2-SL	7,09	b	A	6,95	b	A
Oeiras MG-6851	7,03	b	A	6,95	b	A
Paraíso H 419-3-3-7-16-11	7,28	a	A	7,02	b	B
Paraíso (Híbrido)	7,13	a	A	6,96	b	B

Médias seguidas de mesma letra minúscula na vertical e maiúscula na horizontal não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott em 5% de probabilidade.

Comportamento semelhante foi observado por Zaidan et al. (2016), onde os autores destacaram que a cultivar de Catuaí apresentou melhores respostas para qualidade em encostas mais frias e, desta forma, com menos problemas de restrição hídrica. Os genótipos Paraíso Híbrido e Paraíso H 419-3-3-7-16-11 obtiveram maiores valores de aroma quando submetidos ao regime hídrico sequeiro, quando comparado com o irrigado (Tabela 5).

Em estudo visando observar a análise sensorial da bebida de cultivares de café arábica resistentes à ferrugem de acordo com o processamento pós-colheita, Pereira (2017) destaca que os genótipos estudados apresentaram comportamento diferenciado para a qualidade de bebida, independente do modelo de pós-colheita, o que conduz a pressupor a influência genotípica da cultivar de café na qualidade de bebida. Resultado que corrobora com os apresentados neste trabalho, onde os genótipos, independente do regime hídrico aplicado, responderam de forma diferenciada entre eles para a qualidade de bebida.

Comparando as respostas dos genótipos em cada regime hídrico quanto ao aroma (Tabela 5), foi possível observar que Catuaí 144 SFC e Catuaí 144 CCF para o ambiente irrigado obtiveram as maiores médias para esse atributo, destacando-se perante as demais cultivares. Para o ambiente sequeiro, no entanto, os genótipos Paraíso H 419-3-3-7-16-2, Catuaí 24-137, Paraíso H 419-3-3-7-16-11, Paraíso (Híbrido) se destacaram quando comparados aos demais.

Tal comportamento refere-se ao fato da complexibilidade apresentada para a formação do aroma do café. De acordo com Sarrazin et al. (2000), a formação do aroma do café é resultado de uma complexa combinação entre compostos químicos voláteis e não voláteis presentes em uma amostra de café, que pode variar de acordo com o processo de torra, processo de secagem, origem geográfica do terreno no qual a planta foi cultivada, variedade genética e condições climáticas (MARTINS et al., 2015).

Os genótipos estudados obtiveram médias estatisticamente iguais para sabor (Tabela 6), tanto para o ambiente irrigado quanto para o ambiente sequeiro, sendo possível inferir que esse atributo foi pouco influenciado pelos regimes hídricos em estudo em região de altitude de transição. Possivelmente em virtude, deste atributo poder estar ligado ao período mais lento de formação e maturação do fruto, estando o mesmo ligado a anos de safras baixas (GEROMEL et al., 2006; ZAIDAN et al., 2016).

Tabela 6. Médias da característica sabor de cultivares de cafeeiro arábica submetidas a regimes hídricos

Cultivares	Sabor					
	Sequeiro			Irigado		
Paraíso H 419-3-3-7-16-2	7,34	a	A	7,12	a	A
Catuaí 144 SFC	7,27	a	A	7,36	a	A
Paraíso MG/H 419-1	6,98	a	A	7,03	a	A
Catuaí 24-137	7,34	a	A	7,15	a	A
Sacramento MG1	7,27	a	A	7,04	a	A
Catuaí 144 CCF	7,12	a	A	7,27	a	A
Catuaí 2-SL	7,14	a	A	7,07	a	A
Oeiras MG-6851	7,11	a	A	7,18	a	A
Paraíso H 419-3-3-7-16-11	7,38	a	A	6,74	a	A
Paraíso (Híbrido)	7,15	a	A	7,12	a	A

Médias seguidas de mesma letra minúscula na vertical e maiúscula na horizontal não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott em 5% de probabilidade.

O café possui uma infinidade de ácidos que reagem durante o processo de torra dos frutos, podendo modificar seu aroma e sabor, sendo a acidez um atributo de elevada importância para sua análise sensorial, obtendo sua intensidade através do estágio de maturação dos frutos, local de origem, forma de processamento, tipo de secagem e condições climáticas no período de colheita e pós-colheita (SIQUEIRA e ABREU, 2006 PEREIRA, 2017). Conforme destacado por Gloess et al. (2013), um café que apresenta acidez equilibrada interagindo com sabores levemente adocicados e aromas agradáveis, são características de cafés de qualidade diferenciada.

O regime hídrico irrigado não proporcionou efeito sobre o atributo acidez quando comparado com o regime sequeiro para os genótipos em estudo (Tabela 7). Comparando o comportamento dos genótipos para os dois regimes hídricos, foi possível observar que o ambiente sequeiro não proporcionou diferença estatística entre as cultivares. No entanto, o ambiente irrigado favoreceu a formação de dois grupos de média, onde o primeiro foi composto pelos genótipos Catuaí 144 SFC, Sacramento MG1, Catuaí 144 CCF e Paraíso H 419-3-3-7-16-11, o segundo foi constituído pelas demais cultivares avaliadas.

Tabela 7. Médias da característica acidez de cultivares de cafeeiro arábica submetidas a regimes hídricos

Cultivares	Acidez					
	Sequeiro			Irigado		
Paraíso H 419-3-3-7-16-2	7,15	a	A	7,06	b	A
Catuaí 144 SFC	7,11	a	A	7,23	a	A
Paraíso MG/H 419-1	6,91	a	A	7,03	b	A
Catuaí 24-137	7,18	a	A	6,98	b	A
Sacramento MG1	7,10	a	A	7,15	a	A
Catuaí 144 CCF	7,04	a	A	7,15	a	A
Catuaí 2-SL	7,03	a	A	6,94	b	A
Oeiras MG-6851	7,10	a	A	7,03	b	A
Paraíso H 419-3-3-7-16-11	7,35	a	A	7,27	a	A
Paraíso (Híbrido)	7,13	a	A	6,98	b	A

Médias seguidas de mesma letra minúscula na vertical e maiúscula na horizontal não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott em 5% de probabilidade.

É possível indicar que os genótipos demonstraram maior variabilidade genética para as características agronômicas e morfológicas quando os mesmos foram submetidos ao fornecimento de irrigação complementar, deste modo, é possível constatar que a irrigação promoveu, para as cultivares em estudo, respostas diferenciadas para o atributo acidez em virtude da maximização de seu potencial genético oriundo do fornecimento de água por meio da irrigação (Rodrigues et al., 2016).

A impressão pessoal é descrita como um atributo expresso através da impressão do avaliador em relação à amostra, em que se estuda o comportamento global de todas as características encontradas no café (SCAA, 2013). Neste sentido, os valores de impressão pessoal dos genótipos estudados (Tabela 8) demonstram que o regime hídrico

irrigado proporcionou menores notas para os genótipos Paraíso H 419-3-3-7-16-2, Catucaí 24-137 e Paraíso H 419-3-3-7-16-11 quando comparados aos demais cultivares.

Analisando o efeito da irrigação sobre o atributo impressão global para os genótipos, constatou-se que Catucaí 144 SFC, Sacramento MG 1 e Catucaí 144 CCF apresentaram melhor desempenho. Observando tal comportamento para o regime sequeiro, a cultivar Paraíso H 419-3-3-7-16-11 apresentou destaque positivo enquanto Paraíso MG/H 419-1 e Oeiras MG-6851 obtiveram respostas inferiores para esse atributo.

Tabela 8. Médias da característica da impressão pessoal de cultivares de cafeeiro arábica submetidas a regimes hídricos

Cultivares	Impressão pessoal					
	Sequeiro			Irigado		
Paraíso H 419-3-3-7-16-2	7,22	b	A	7,01	b	B
Catucaí 144 SFC	7,13	b	A	7,22	a	A
Paraíso MG/H 419-1	7,00	c	A	7,06	b	A
Catucaí 24-137	7,20	b	A	6,97	b	B
Sacramento MG1	7,18	b	A	7,14	a	A
Catucaí 144 CCF	7,12	b	A	7,19	a	A
Catucaí 2-SL	6,97	b	A	7,01	b	A
Oeiras MG-6851	7,11	c	A	7,06	b	A
Paraíso H 419-3-3-7-16-11	7,46	a	A	6,99	b	B
Paraíso (Híbrido)	7,05	c	A	7,05	b	A

Médias seguidas de mesma letra minúscula na vertical e maiúscula na horizontal não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott em 5% de probabilidade.

Os genótipos do grupo Paraíso têm sua origem do cruzamento entre os genótipos Catucaí Amarelo e Híbrido Timor (FAZUOLI et al., 2008). Neste contexto, Pereira (2008) destaca que os genótipos que possuem como genitor o Híbrido Timor, podem apresentar ou não efeito negativo para a qualidade de bebida, em função da diferente contribuição genética fornecida pelo híbrido para o caractere. Uma vez que, por ser um híbrido, o indivíduo apresenta seus locos em heterozigose formando assim diferentes gametas (CRUZ et al., 2012).

Tal resposta justifica o comportamento dos genótipos do grupo Paraíso analisados neste trabalho, pois, este grupo foi discriminado tanto nos grupos de médias superiores como nos grupos de médias inferiores para o atributo impressão global.

Conforme destacado no protocolo de determinação de cafés especiais descritos por SCA (2013), um café para ser considerado especial tem que estar ausente de

defeitos e que sua nota final atinja pontuações superiores a 81 pontos. Essa pontuação é decorrente do somatório das notas atribuídas aos 11 atributos anteriormente descritos.

Os genótipos Paraíso H 419-3-3-7-16-2, Catucaí 24-137, Paraíso H 419-3-3-7-16-11 e Paraíso (Híbrido) apresentaram, em ambiente sequeiro, melhor avaliação global (Figura 10). De acordo com Caldas et al. (2018), quando o cafeeiro arábica foi submetido ao regime hídrico sequeiro, apresentou florada mais uniforme e maior uniformidade de maturação dos frutos e por consequência, as melhores respostas para a qualidade de bebida em comparação ao regime irrigado.

Esse comportamento ocorre em virtude de eventos fisiológicos, genéticos e químicos da planta de café, como, por exemplo, o enchimento mais lento dos grãos, que proporciona uma composição química equilibrada e por consequência melhoria na qualidade final dos grãos (GEROMEL et al.,2008; VAAST et al., 2006).

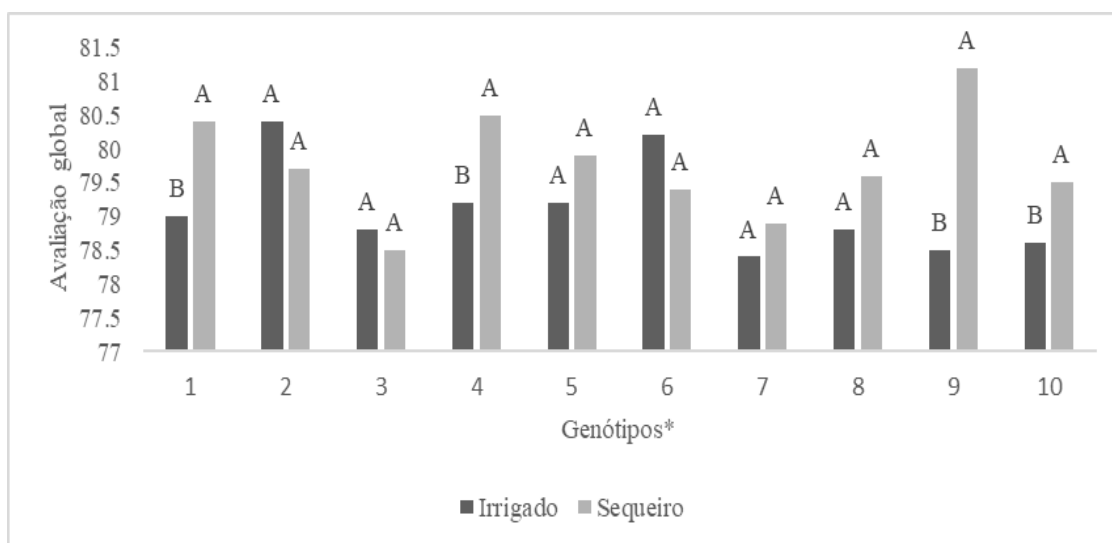


Figura 10. Comportamento de cultivares de cafeeiro arábica submetidas a dois regimes hídricos, quanto à avaliação global dos atributos sensoriais.

(*) (1) Paraíso H 419-3-3-7-16-2; (2) Catucaí 144 SFC; (3) Paraíso MG/H 419-1; (4) Catucaí 24-137; (5) Sacramento MG1; (6) Catucaí 144 CCF; (7) Catucaí 2-SL; (8) Oeiras MG-6851; (9) Paraíso H 419-3-3-7-16-11 e (10) Paraíso (Híbrido).

Médias seguidas por uma mesma letra não diferenciam entre si pelo teste de Tukey (5%).

O momento de granação dos frutos do cafeeiro é o período de maior demanda de fotoassimilados, e, assim, eventos climáticos favoráveis podem proporcionar melhor qualidade dos frutos (Laviola et al., 2007), no entanto, um período curto de granação

pode não proporcionar o balanço adequado dos compostos que estão presentes nos frutos de café, afetando a qualidade de bebida (GEROMEL et al., 2006), visto que, esses compostos são importantes para a formação do aroma e sabor da bebida de café (MARQUES, 2017).

Deste modo, a uniformidade da florada (DaMATTA et al., 2007), condição climática adequada (ZAIDAN et al., 2016), características genéticas (PEREIRA, 2017), parâmetros fisiológicos e tempo de formação dos grãos (LAVIOLA et al., 2007) são processos que antecedem a colheita e que têm efeito direto na qualidade de bebida do café.

Os dados contidos na Figura 11A evidenciam que os cafés Paraíso H 419-3-3-7-16-2, Catucaí 24-137 e Paraíso H 419-3-3-7-16-11 em regime de sequeiro e Catuaí 144 SFC e Catuaí 144 CCF quando submetidos à irrigação (Figura 11B), podem ser classificados como cafés especiais, visto que os mesmos alcançaram padrões de bebida superior a 81 pontos.

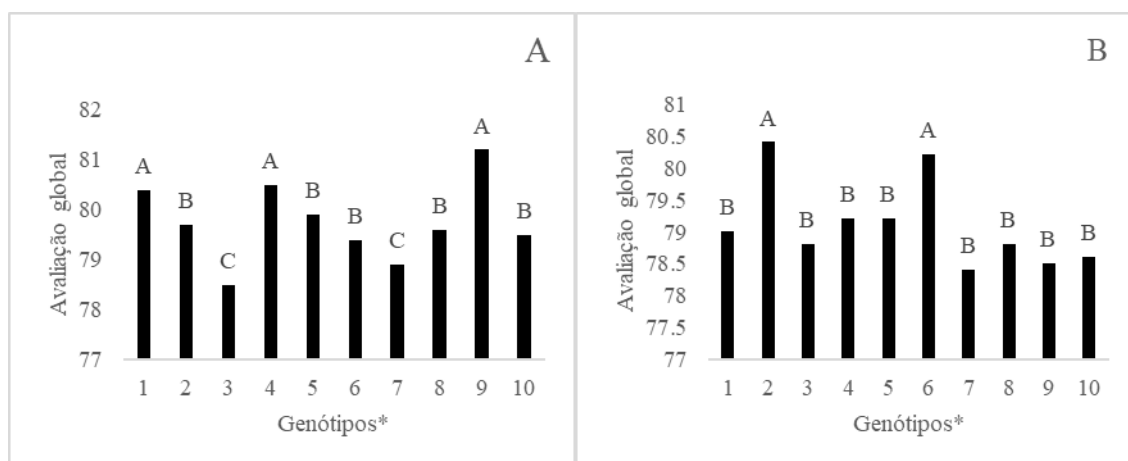


Figura 11. Efeito dos regimes hídricos sequeiro (A) e irrigado (B) na avaliação global dos atributos sensoriais em dez cultivares de cafeeiro arábica.

(*) (1) Paraíso H 419-3-3-7-16-2; (2) Catuaí 144 SFC; (3) Paraíso MG/H 419-1; (4) Catucaí 24-137; (5) Sacramento MG1; (6) Catuaí 144 CCF; (7) Catucaí 2-SL; (8) Oeiras MG-6851; (9) Paraíso H 419-3-3-7-16-11 e (10) Paraíso (Híbrido).

Médias seguidas por uma mesma letra não diferenciam entre si pelo teste de Tukey (5%).

Nestas condições, atingem maiores preços para a aquisição dos mesmos, visto que existe a possibilidade destes cafés atenderem a um mercado consumidor específico. Conforme destacado por Guimarães et al. (2016), os cafés que se encontram com notas

superiores a 80 pontos são considerados cafés muito bons, podendo ser comercializados como especial e atendendo às atuais demandas mercadológicas mundiais.

Os genótipos Paraíso MG/H 419-1 e Catucaí 2-SL apresentaram o pior desempenho na avaliação global no regime hídrico sequeiro (Figura 11A), enquanto que para o regime hídrico irrigado (Figura 11B) as cultivares Paraíso Híbrido e Catucaí 2-SL foram as que apresentaram o menor desempenho sensorial.

Embora a irrigação não tenha promovido a formação de cafés especiais, os mesmos podem ser classificados como cafés de boa qualidade, visto que apresentaram ausência de defeitos e uma nota igual ou superior a 75 pontos, podendo ser enquadrados como cafés bebida apenas mole (DALVI, 2011), na categoria de café *commodity*, com bom potencial de mercado (MOURA e BUENO, 2018).

Além da caracterização sensorial do cafeeiro, as características físico-químicas também têm chamado a atenção de pesquisadores, uma vez que, a análise sensorial é decorrente de Q-Grades, sendo, quase sempre variável de acordo com a região produtora, não expressando assim os reais constituintes físico-químicos da amostra (MOLIN et al., 2008; PEREIRA, 2017)

Assim, na Tabela 9, é possível observar que os genótipos Catucaí 24-137, Sacramento MG1, Catucaí 144 CCF, Catucaí 2-SL, Oeiras MG-6851 e Paraíso (Híbrido) formaram um grupo de materiais que apresentaram os maiores valores de condutividade elétrica quando cultivados em ambiente sequeiro. Em ambiente irrigado não foi observada diferença estatística entre os genótipos. Possivelmente, em virtude da degradação da membrana celular, ocorrida em decorrência de estresse fisiológico da planta (Marschner, 2012), que pode ser maximizado em função da restrição hídrica.

Tabela 9. Médias da característica condutividade elétrica avaliadas em dez genótipos de café arábica, em dois experimentos, sequeiro e irrigado

Genótipos	Condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$)					
	Sequeiro			Irrigado		
Paraíso H 419-3-3-7-16-2	83,8	b	A	89,0	a	A
Catuaí 144 SFC	82,1	b	B	93,9	a	A
Paraíso MG/H 419-1	74,4	c	B	81,7	a	A
Catuaí 24-137	93,9	a	A	91,9	a	A
Sacramento MG1	91,4	a	A	86,8	a	A
Catuaí 144 CCF	93,3	a	A	89,1	a	A
Catuaí 2-SL	88,0	a	A	89,2	a	A
Oeiras MG-6851	89,8	a	A	89,8	a	A
Paraíso H 419-3-3-7-16-11	84,9	b	A	90,5	a	A
Paraíso (Híbrido)	88,4	a	A	86,5	a	A

Médias seguidas de mesma letra minúscula na vertical e maiúscula na horizontal não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott em 5% de probabilidade.

De acordo com Prete (1992) e Nobre et al. (2011), a utilização da análise de condutividade elétrica, pode identificar a formação inicial da deterioração da qualidade do café. Embora os genótipos ainda se encontrem dentro de um mesmo grupo quanto à qualidade de bebida, esses podem se diferenciar em razão da perda de integridade de membrana (ROMERO et al., 2003; NOBRE et al., 2011),

Romero et al. (2003) destacam que os genótipos de café tendem a apresentar diferentes concentrações de condutividade elétrica mesmo quando classificados em uma mesma categoria de qualidade de bebida, evidenciando que não se pode caracterizar a qualidade somente pela diferença entre as concentrações, e sim, pelos possíveis intervalos de condutividade elétrica, que se correlaciona com tais qualidades. Contudo, esses intervalos são muitas vezes controversos e variam entre pesquisas, dificultando uma tomada de decisão conclusiva.

O comportamento dos genótipos quando comparados os regimes hídricos demonstra que Catuaí 144 SFC e Paraíso MG/H 419-1 apresentaram menores valores de condutividade elétrica quando submetidos ao regime sequeiro. Esse comportamento pode estar relacionado com uma possível perda da integridade de membrana, e, por consequência, a redução na qualidade de bebida (LIMA et al., 2008).

As respostas dos genótipos quanto à variável lixiviação de potássio (K), dispostas na Tabela 10, evidenciam que, Paraíso MG/H 419-1 e Paraíso H 419-3-3-7-16-11, quando cultivados em ambiente de sequeiro, compuseram o grupo de

materiais genéticos com os menores valores dessa variável, enquanto Catucaí 24-137 e Catucaí 144 CCF foram os que formaram o grupo com maiores valores de lixiviação de potássio neste ambiente de cultivo. Entretanto, em ambiente irrigado, somente Paraíso MG/H 419-1 foi o que deteve menores concentrações.

Tabela 10. Médias da característica lixiviação de K avaliadas em dez genótipos de café arábica, em dois experimentos, sequeiro e irrigado

Genótipos	Lixiviação de K (mg kg ⁻¹)					
	Sequeiro			Irigado		
Paraíso H 419-3-3-7-16-2	52,1	b	A	54,8	a	A
Catuaí 144 SFC	54,4	b	A	57,8	a	A
Paraíso MG/H 419-1	45,6	c	A	46,1	b	A
Catucaí 24-137	58,5	a	A	54,8	a	A
Sacramento MG1	55,2	b	A	53,3	a	A
Catuaí 144 CCF	57,7	a	A	56,6	a	A
Catucaí 2-SL	51,8	b	A	53,1	a	A
Oeiras MG-6851	53,9	b	A	55,6	a	A
Paraíso H 419-3-3-7-16-11	49,4	c	B	57,1	a	A
Paraíso (Híbrido)	52,8	b	A	51,7	a	A

Médias seguidas de mesma letra minúscula na vertical e maiúscula na horizontal não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott em 5% de probabilidade.

Assim como os valores de condutividade elétrica, a lixiviação de potássio tem como princípio avaliar a degradação inicial da qualidade de café, em virtude da perda da permeabilidade da membrana celular (PRETE, 1992). Deste modo, maiores concentrações de lixiviação de potássio indicariam o início de eventos que proporcionam uma possível perda de qualidade de amostras de café (ISQUIERDO et al., 2011).

No entanto, Favarin et al. (2004) destacam que o teste de lixiviação de potássio é menos sensível que o de condutividade elétrica, quanto à qualidade de bebida, deste modo, tal teste apresenta menor possibilidade de discriminar pequenas diferenças entre lotes de café.

Os sólidos solúveis presentes no café têm importância fundamental para a implementação de corpo na bebida, além de promover maior rendimento industrial, sendo que os principais compostos que proporcionam a formação deste atributo são a cafeína, a trigonelina, os açúcares e os ácidos clorogênicos (SMITH, 1985).

A característica sólidos solúveis (Tabela 11), para o regime hídrico sequeiro, proporcionou a formação de três grupos de médias, destacando-se os genótipos Oeiras

MG-6851 e Paraíso (Híbrido). As respostas dos genótipos para o regime hídrico irrigado, por outro lado, promoveram a formação de cinco grupos de médias, com o genótipo Paraíso H 419-3-3-7-16-11 como o que apresentou o maior valor de sólidos solúveis, enquanto o genótipo Catucaí 24-137, o que apresentou os menores valores dessa característica.

Tabela 11. Valores médios de sólidos solúveis avaliados em dez genótipos de café arábica, em dois experimentos, sequeiro e irrigado

Genótipos	Sólidos Solúveis (%)					
	Sequeiro			Irigado		
Paraíso H 419-3-3-7-16-2	1,73	c	B	2,00	c	A
Catuaí 144 SFC	2,03	b	A	2,07	c	A
Paraíso MG/H 419-1	2,03	b	A	2,10	c	A
Catucaí 24-137	2,03	b	A	1,77	e	B
Sacramento MG1	2,03	b	A	2,07	c	A
Catuaí 144 CCF	1,80	c	A	1,93	d	A
Catucaí 2-SL	2,07	b	A	2,03	c	A
Oeiras MG-6851	2,17	a	A	2,23	b	A
Paraíso H 419-3-3-7-16-11	2,00	b	B	2,57	a	A
Paraíso (Híbrido)	2,20	a	A	2,10	c	A

Médias seguidas de mesma letra minúscula na vertical e maiúscula na horizontal não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott em 5% de probabilidade.

Quanto à resposta individual dos genótipos aos regimes hídricos, destaca-se que os genótipos Paraíso H 419-3-3-7-16-2 e Paraíso H 419-3-3-7-16-11 apresentaram maior concentração de sólidos solúveis quando cultivados sob irrigação, e Catucaí 24-137, quando desenvolvido em irrigação (Tabela 11).

A acidez perceptível em café tem grande influência na aceitação do produto pelo mercado consumidor (SIQUEIRA e ABREU, 2006). A variação dos teores de pH descrita por Sivetz e Desrosier (1979) como ideal, sem que comprometa a palatabilidade do café, encontra-se entre 4,95 e 5,20.

Na Tabela 12 é possível constatar a formação de três grupos de médias para a variável pH, com destaque para o genótipo Paraíso H 419-3-3-7-16-2, que apresentou maior valor de pH quando comparado aos demais, para o regime sequeiro. O regime hídrico irrigado também proporcionou a formação de três grupos de médias para pH, com destaque para o grupo formado pelos genótipos Paraíso H 419-3-3-7-16-2, Paraíso MG/H 419-1 e Catucaí 2-SL, que apresentaram maiores valores.

Tabela 12. Médias da característica pH avaliadas em dez genótipos de café arábica, em dois experimentos, sequeiro e irrigado

Genótipos	pH					
	Sequeiro			Irigado		
Paraíso H 419-3-3-7-16-2	5,89	a	A	5,77	a	B
Catuaí 144 SFC	5,80	b	A	5,68	b	B
Paraíso MG/H 419-1	5,81	b	A	5,75	a	B
Catuaí 24-137	5,77	c	A	5,70	b	B
Sacramento MG1	5,76	c	A	5,71	b	A
Catuaí 144 CCF	5,83	b	A	5,72	b	B
Catuaí 2-SL	5,74	c	A	5,77	a	A
Oeiras MG-6851	5,71	c	A	5,72	b	A
Paraíso H 419-3-3-7-16-11	5,73	c	A	5,60	c	B
Paraíso (Híbrido)	5,76	c	A	5,69	b	B

Médias seguidas de uma mesma letra minúscula na vertical e de uma mesma letra maiúscula na horizontal não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott em 5% de probabilidade.

Quando comparado o comportamento dos genótipos para ambos os regimes hídricos, é possível constatar que, com exceção dos genótipos Sacramento MG1, Catuaí 2-SL e Oeiras MG-6851, que não apresentaram diferenças significativas entre o ambiente irrigado e sequeiro, as demais cultivares apresentaram maiores valores de pH para o ambiente sequeiro.

Tal comportamento pode ser justificado em virtude das formações dos compostos que reagem no processo de torra proporcionando a maior formação do pH (SIVETZ e DESROSIER, 1979; GINZ et al., 2000), a formação e a intensidade desses compostos na bebida do café, variam conforme a maturação dos frutos, local e origem dos frutos, tipo de colheita, forma de processamento e condições climáticas (SIQUEIRA e ABREU, 2006).

A acidez do café é um atributo de fundamental importância para a qualidade sensorial, e a aceitação do produto pelo mercado consumidor (SIQUEIRA e ABREU, 2006), é oriunda de ácidos não voláteis e voláteis que são produzidos por rotas endógenas e por fermentações desejadas e/ou indesejadas (MARTINEZ et al., 2014; PEREIRA, 2017).

A acidez no café proveniente dos ácidos málico, cítrico e láctico, é considerada acidez desejada, enquanto as provenientes dos ácidos acético, propiônico e butírico são consideradas indesejáveis, e, por consequência, degradam a qualidade do café.

(CHALFOUN, 1996). Assim, diferentemente do pH, a acidez tem papel inversamente proporcional à qualidade de café (CARVALHO et al., 1994).

Neste sentido, é possível destacar que os genótipos Paraíso H 419-3-3-7-16-2 e Paraíso H 419-3-3-7-16-11 foram os que apresentaram os menores valores de acidez titulável (Tabela 13) para o ambiente sequeiro, enquanto Paraíso H 419-3-3-7-16-2 e Catucaí 2-SL foram os que apresentaram os menores valores para o ambiente irrigado.

O fornecimento de água por meio da irrigação proporcionou um aumento na acidez titulável dos genótipos Oeiras MG-6851, Paraíso H 419-3-3-7-16-11 e Paraíso (Híbrido), quando comparado ao comportamento das variáveis para o regime hídrico sequeiro.

Tabela 13. Médias da característica acidez titulável avaliadas em dez genótipos de café arábica, em dois experimentos, sequeiro e irrigado

Genótipos	Acidez titulável (mL NaOH)					
	Sequeiro			Irigado		
Paraíso H 419-3-3-7-16-2	132,00	c	A	146,67	c	A
Catuaí 144 SFC	168,67	b	A	176,00	b	A
Paraíso MG/H 419-1	198,00	a	A	212,67	a	A
Catuaí 24-137	168,67	b	A	183,33	b	A
Sacramento MG1	198,00	a	A	212,67	a	A
Catuaí 144 CCF	198,00	a	A	212,67	a	A
Catuaí 2-SL	168,67	b	A	154,00	c	A
Oeiras MG-6851	161,33	b	B	205,33	a	A
Paraíso H 419-3-3-7-16-11	146,67	c	B	220,00	a	A
Paraíso (Híbrido)	168,67	b	B	198,00	a	A

Médias seguidas de mesma letra minúscula na vertical e maiúscula na horizontal não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott em 5% de probabilidade.

O fornecimento de água por meio da irrigação proporcionou um aumento na acidez titulável dos genótipos Oeiras MG-6851, Paraíso H 419-3-3-7-16-11 e Paraíso (Híbrido), quando comparado ao comportamento das variáveis para o regime hídrico sequeiro.

A análise multivariada foi realizada visando promover uma avaliação conjunta dos genótipos sob análise simultânea das variáveis, pelo uso de supervariáveis ou variáveis canônicas (CRUZ et al., 2012).

A Tabela 14 apresenta os autovalores e respectivas porcentagens simples e acumuladas, associados às duas primeiras variáveis canônicas, que foram obtidos os

escores dos dez tratamentos. As dispersões gráficas dos escores das duas primeiras variáveis canônicas estão apresentadas nas Figuras 10, 11, 12 e 13. Os escores foram plotados em um espaço bidimensional, em que a distância desses pontos é proporcional ao grau de dissimilaridade entre os tratamentos.

Tabela 14. Variáveis canônicas e seus respectivos autovalores e porcentagens simples e acumuladas da variância total

Características físico-químicas no experimento sequeiro			
Variável Canônica	Autovalores	Porcentagem simples	Porcentagem acumulada
VC1	9,9985072	54,8113138	54,8113138
VC2	3,9019318	21,3901939	76,2015077
Características sensoriais no experimento sequeiro			
Variável Canônica	Autovalores	Porcentagem simples	Porcentagem acumulada
VC1	12,8206046	78,2311993	78,2311993
VC2	1,8452749	11,2598486	89,4910479
Características físico-químicas no experimento irrigado			
Variável Canônica	Autovalores	Porcentagem simples	Porcentagem acumulada
VC1	17,9902552	69,2227593	69,2227593
VC2	4,9648012	19,1035223	88,3262816
Características sensoriais no experimento irrigado			
Variável Canônica	Autovalores	Porcentagem	Porcentagem
VC1	7,1245831	63,5625768	63,5625768
VC2	2,3038193	20,5537205	84,1162973

Pela análise de variáveis canônicas, é possível constatar que as duas variáveis transformadas explicaram 76,20%, 89,49%, 88,32% e 84,11% da variação total nos dados originais, para as análises físico-químicas e sensoriais no ambiente sequeiro, físico-químicas e sensoriais no ambiente irrigado (Tabela 14).

De acordo com Cruz et al. (2012), quando as variáveis VC1 e VC2 apresentam explicação igual ou superior a 80% da variação total, é viável o estudo da divergência genética por meio das distâncias entre linhagens em gráficos de dispersão, cujas coordenadas são escores relativos às primeiras variáveis canônicas. Deste modo, essa análise estatística permite estudar o comportamento dos genótipos com segurança nas informações, pois explica grande parte da variação total (VIANA et al., 2000).

O diagrama de dispersão em relação às duas primeiras variáveis canônicas das dez cultivares de cafeeiro arábica para as características físico-químicas no experimento irrigado (Figura 12), revela a formação de três grupos por meio da dispersão gráfica dos escores.

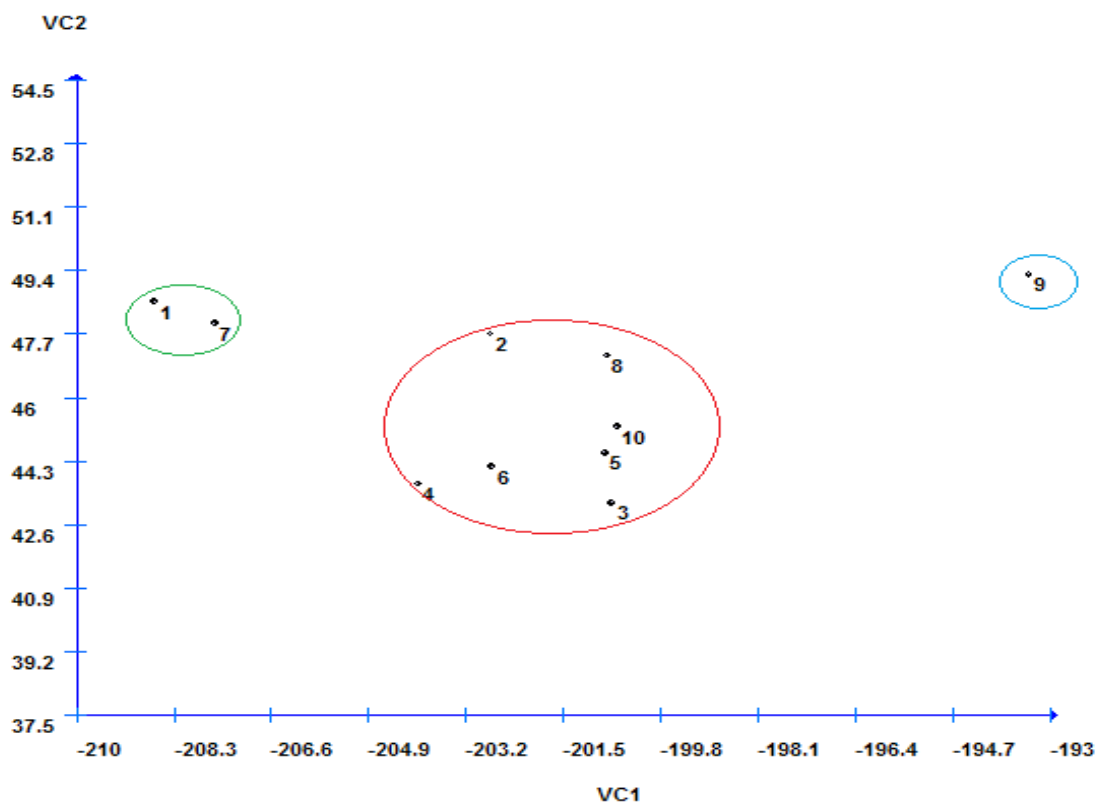


Figura 12. Diagrama de dispersão em relação às duas primeiras variáveis canônicas de dez genótipos de cafeeiro arábica(*), referente às características físico-químicas no experimento irrigado.

(*) (1) Paraíso H 419-3-3-7-16-2; (2) Catuaí 144 SFC; (3) Paraíso MG/H 419-1; (4) Catuaí 24-137; (5) Sacramento MG1; (6) Catuaí 144 CCF; (7) Catuaí 2-SL; (8) Oeiras MG-6851; (9) Paraíso H 419-3-3-7-16-11 e (10) Paraíso (Híbrido).

O primeiro grupo foi formado pelos genótipos Paraíso H 419-3-3-7-16-2 e Catuaí 2-SL, outro, pelos genótipos Catuaí 144 SFC, Paraíso MG/H 419, Catuaí 24-137, Sacramento MG1, Catuaí 144 CCF, Oeiras MG-6851 e Paraíso (Híbrido) e um terceiro, pelo genótipo Paraíso H 419-3-3-7-16-11.

Dentre as distâncias estimadas para o eixo Y (Figura 12), a maior magnitude foi expressa entre o Paraíso MG/H 419-1 e o Paraíso H 419-3-3-7-16-1, ao passo que no eixo X a maior distância ocorreu entre os genótipos Paraíso H 419-3-3-7-16-2 e o Paraíso H 419-3-3-7-16-11.

Percebe-se, por uma análise inicial, oportunidade de maior exploração da heterose entre cultivares do grupo Paraíso, porém, há de ressaltar que não apenas a distância genética é componente da heterose, mas também, o somatório dos alelos em dominância (FALCONER, 1981; CRUZ et al., 2012).

O diagrama de dispersão em relação às duas primeiras variáveis canônicas de dez cultivares de cafeeiro arábica para as características físico-químicas no experimento sequeiro (Figura 13) demonstra a formação de 4 grupos por meio da dispersão gráfica dos escores.

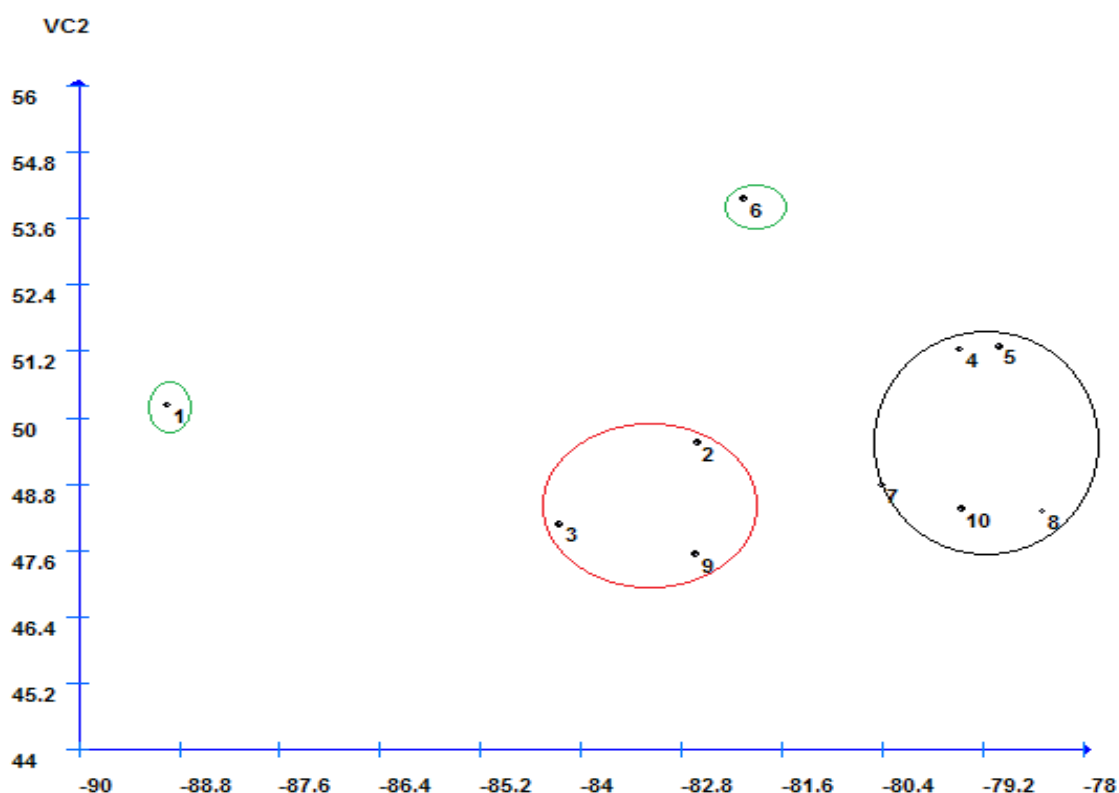


Figura 13. Diagrama de dispersão em relação às duas primeiras variáveis canônicas de dez genótipos de cafeeiro arábica (*) referentes às características físico-químicas no experimento sequeiro.

(*) (1) Paraíso H 419-3-3-7-16-2; (2) Catuaí 144 SFC; (3) Paraíso MG/H 419-1; (4) Catuaí 24-137; (5) Sacramento MG1; (6) Catuaí 144 CCF; (7) Catuaí 2-SL; (8) Oeiras MG-6851; (9) Paraíso H 419-3-3-7-16-11 e (10) Paraíso (Híbrido).

O primeiro grupo foi formado pelo genótipo Paraíso H 419-3-3-7-16-2, o segundo pelo genótipo Catuaí 144 CCF, o terceiro grupo foi formado pelos genótipos Catuaí 144 SFC, Paraíso MG/H 419-1 e Paraíso H 419-3-3-7-16-11 e o quarto grupo pelos genótipos Catuaí 24-137, Catuaí 2-SL, Oeiras MG-6851, Paraíso (Híbrido) e Sacramento MG1.

Dentre as distâncias estimadas para o eixo Y (Figura 13), a maior amplitude foi expressa entre os genótipos 6 (Catuaí 144 CCF) e 9 (Paraíso H 419-3-3-7-16-11), ao passo que no eixo X a maior distância ocorreu entre os genótipos 1 (Paraíso H 419-3-3-7-16-2).

De acordo com os dados apresentados por Rodrigues et al. (2016), o fornecimento de água por meio de irrigação demonstrou maior influência sobre a variabilidade genética para as características agrônômicas e morfológicas em cafeeiro arábica, visto que, esses traços genéticos sofrem forte influência das características ambientais, impostas sobre as plantas.

O diagrama de dispersão em relação às duas primeiras variáveis canônicas de dez cultivares de cafeeiro arábica para as características sensoriais no experimento sequeiro (Figura 14) demonstra a formação de três grupos por meio da dispersão gráfica dos escores, o primeiro grupo foi formado pelos genótipos Paraíso MG/H 419-1 e Catuaí 2-SL, enquanto o segundo grupo contemplou os genótipos Paraíso H 419-3-3-7-16-2, Catuaí 144 SFC, Catuaí 24-137, Sacramento MG1, Catuaí 144 CCF, Oeiras MG-6851 e Paraíso (Híbrido) e o terceiro grupo foi formado pelo genótipo Paraíso H 419-3-3-7-16-11.

Dentre as distâncias estimadas para o eixo Y (Figura 14), a maior dimensão foi expressa entre o Catuaí 144 CCF e os genótipos Catuaí 24-137 e Paraíso H 419-3-3-7-16-11, enquanto que no eixo X a maior distância ocorreu entre os genótipos Paraíso MG/H 419-1 e Catuaí 2-SL e o Paraíso H 419-3-3-7-16-11.

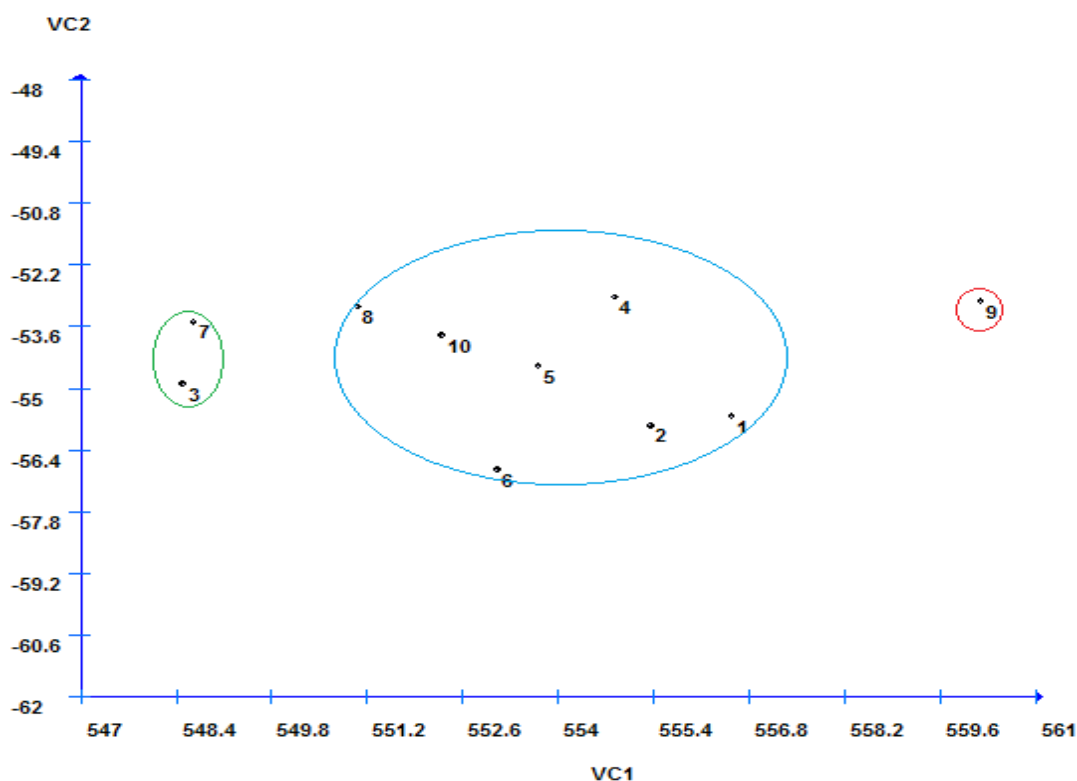


Figura 14. Diagrama de dispersão em relação às duas primeiras variáveis canônicas de dez genótipos de café arábica(*), referentes às características sensoriais no experimento sequeiro.

(*) (1) Paraíso H 419-3-3-7-16-2; (2) Catuaí 144 SFC; (3) Paraíso MG/H 419-1; (4) Catuaí 24-137; (5) Sacramento MG1; (6) Catuaí 144 CCF; (7) Catuaí 2-SL; (8) Oeiras MG-6851; (9) Paraíso H 419-3-3-7-16-11 e (10) Paraíso (Híbrido).

Essa diferença entre a qualidade de bebida pode ocorrer em virtude da possível variabilidade genética entre os genótipos que possuem descendentes diferentes (MARTINS et al., 2019), assim como, para os genótipos que possuem como descendente comum, o Híbrido Timor (VIANA et al., 2018) ou Catuaí (BONOMO et al., 2004). Comparando o comportamento de 28 progênes oriundas dos cruzamentos entre o Híbrido Timor e Catuaí vermelho e Híbrido Timor e Catuaí Amarelo, Bonomo et al. (2004) destacam que existe uma grande variabilidade entre as progênes para os parâmetros agrônômicos e fisiológicos do café, justificando assim, a formação de três grupos de genótipos divergentes para as características físico-químicas em estudo.

O diagrama de dispersão em relação às duas primeiras variáveis canônicas dos dez genótipos de café arábica para as características físico-químicas no experimento irrigado (Figura 15), ilustra a formação de três grupos por meio da dispersão gráfica dos escores, sendo o primeiro grupo formado pelos genótipos Paraíso MG/H 419-1, Sacramento MG1 e Paraíso H 419-3-3-7-16-11, o segundo, por Catuaí 144 SFC e

Catuaí 144 CCF, e o terceiro, por Paraíso H 419-3-3-7-16-2, Catucaí 24-137, Catucaí 2-SL, Oeiras MG-6851 e Paraíso (Híbrido).

Dentre as maiores distâncias estimadas para o eixo Y (Figura 15), a maior dimensão foi expressa entre os genótipos (Catuaí 144 CCF) e (Catucaí 2-SL), ao passo que no eixo X a maior distância ocorreu entre os genótipos (Paraíso H 419-3-3-7-16-11) e (Paraíso Híbrido).

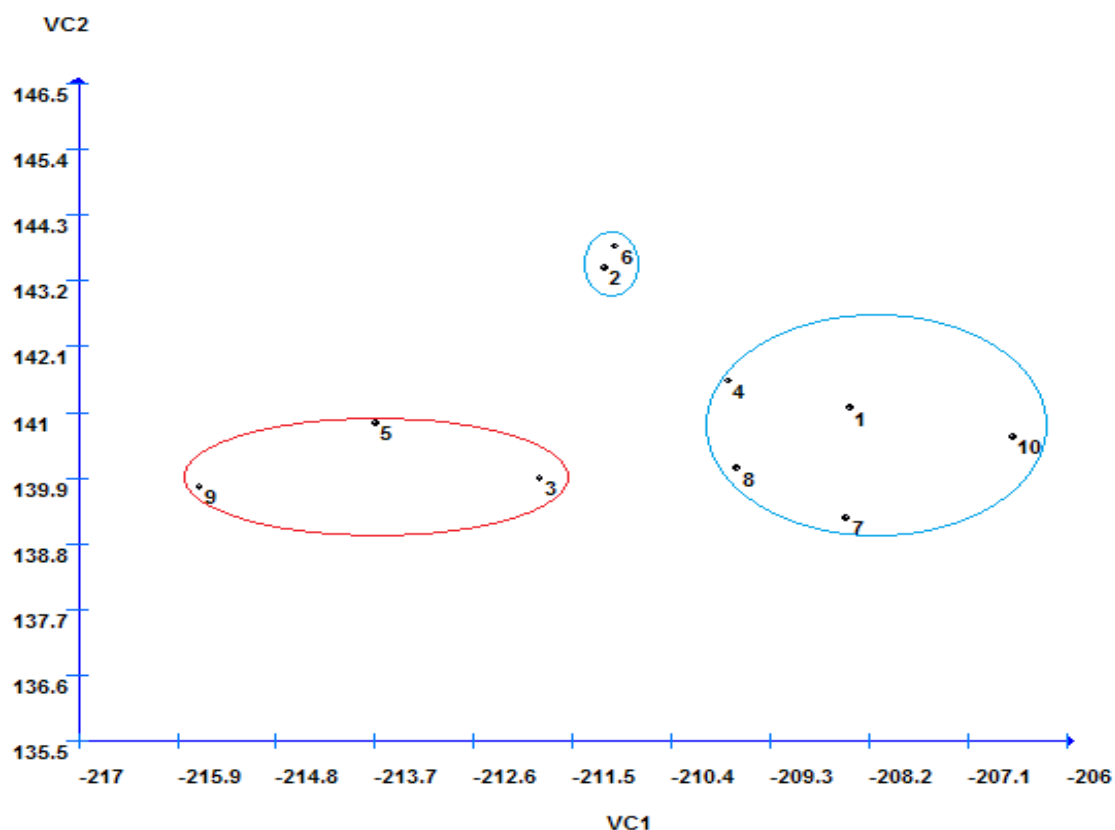


Figura 15. Diagrama de dispersão em relação às duas primeiras variáveis canônicas de dez genótipos de café arábica(*), referentes às características sensoriais no experimento irrigado.

(*) (1) Paraíso H 419-3-3-7-16-2; (2) Catuaí 144 SFC; (3) Paraíso MG/H 419-1; (4) Catucaí 24-137; (5) Sacramento MG1; (6) Catuaí 144 CCF; (7) Catucaí 2-SL; (8) Oeiras MG-6851; (9) Paraíso H 419-3-3-7-16-11 e (10) Paraíso (Híbrido).

O comportamento diferenciado dos genótipos para o ambiente em estudo pode ter ocorrido em virtude da forte influência que as características ambientais exercem sobre o atributo qualidade sensorial, visto que, existe grande variação deste atributo em consequência das condições que as plantas estão submetidas (CHALFOUN, 1996; MALTA et al., 2002; FAVARIN et al., 2004; SIQUEIRA e ABREU, 2006; MARTINS et al., 2015; ZAIDAN et al., 2017; CALDAS et al., 2018). Sendo que, o fornecimento

de água por meio de irrigação, pode possibilitar a maximização da expressão genética das plantas de cafeeiro arábica (RODRIGUES et al., 2016).

Variabilidade genética entre outros genótipos de cafeeiro arábica, foi observada por Pezzopane et al. (2009), no entanto, os autores destacam que essa variabilidade não afetou os parâmetros de qualidade de bebida. Auxiliando assim, na hipótese de que os efeitos referentes à qualidade de bebida para as condições em estudo foram afetados de forma significativa pela variabilidade genética expressa pelos genótipos ocorrida em virtude do fornecimento hídrico.

5. CONCLUSÕES

O fornecimento de água por meio da irrigação em zona de transição proporcionou comportamento diferenciado para as características físicas, sensoriais e físico-químicas dos genótipos de cafeeiro arábica em estudo.

Os genótipos Catuaí 144 CCF e Catuaí 144 SFC quando irrigado e Paraíso H 419-3-3-7-16-2, Paraíso H 419-3-3-7-16-11 e Catucaí 24-137 em cultivo sequeiro demonstraram-se os mais propícios para produção de cafés finos em zona de transição para o cultivo de café arábica.

Os genótipos do grupo Paraíso demonstraram grande variabilidade genética para as variáveis físico-químicas e sensoriais para os regimes sequeiro e irrigado. Enquanto os genótipos do grupo Catuaí demonstraram menor variabilidade para as características sensoriais em ambos os regimes de cultivo e para as características físico-químicas, no regime irrigado.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora os genótipos tenham apresentado comportamento diferenciado para os regimes hídricos, estudos mais aplicados devem ser desenvolvidos, visando maior oferecimento de dados que possam comprovar o real efeito ambiental provocado pela irrigação, sob a qualidade de bebida em cafeeiro arábica em zona de transição.

REFERÊNCIAS

ABIC. Maior qualidade, produtos diferenciados e novos momentos de consumo incrementam a demanda da bebida no País. 2019. **Revista eletrônica** http://consorciopesquisacafe.com.br/arquivos/consorcio/consumo/Press_release_consumo_final_vs_04_02_19.pdf. Acesso 08/04/2019..

ANDRADE, G.A.; RICCE, W.S.; CARAMORI, P.H.; ZARO, G.C.; MEDINA, C.C. Zoneamento agroclimático de café robusta no Estado do Paraná e impactos das mudanças climáticas. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 4, p. 1381-1390, 2012.

ANDRADE, H.C.C. ALDONO, A.P.M.; ALCÂNTARA, V.C.; SANTOS, A.C. Atribuição de sentidos e agregação de valor: insumos para o turismo rural em regiões cafeeicultoras. **Revista Brasileira de Ecoturismo**, v. 8, n. 2, p. 333-346, 2015.

ANGÉLICO, C.L. **Qualidade de café (*Coffe arabica*) em diferentes estádios de maturação e submetidos a cinco tempo de ensacamento antes da secagem**. 2008, 175f. Dissertação de mestrado em Ciências de Alimentos. Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.

AOAC- Association of official analytical chemists. **Official methods of the association of official analytical chamints**. 15. Ed. Washington, D.C., USA, 684p., 1990.

APOSTÓLICO, M.A.; RODRIGUES, W.N.; TOMAZ, M.A.; COLODETTI, T.V.; BRINATE, S.V.B; MARTINS, L.D.; COGO, A.D.; SOBREIRA, F.M.; AMARAL, J.F.T. Classificação de grãos de genótipos de café Arábica cultivados em sistema adensado. **Anais, IX Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil**. Curitiba-PR. 2015.

ASSIS, G.A.; GUIMARÃES, R.J.; COLOMBO, A.; SCALCO, M.S.; DOMINGHETTI, A.W. Faixas críticas de teores foliares de nitrogênio e potássio para o cafeeiro em produção fertirrigado. **Revista Ciência Agrônômica**, v.46, n.1, p.126-134, 2015.

BETTENCOURT, A.J.; FAZUOLI, L.C. Melhoramento genético de *Coffea arabica* L.: Transferência de genes de resistência a Hemileia vastatrix do Híbrido de Timor para a cultivar Villa Sarchí de *Coffea arabica*. **Documentos IAC**, Campinas, n° 84, 2008.

BOAVENTURA, P.S.M.; ABDALLA, C.C.; ARAÚJO, C.B.; ARAKELIAN, J.S. Value co-creation in the specialty coffee value chain: The third-wave coffee movement. **Revista de Administração de Empresas**. v.58, n.3, p.254-266, 2018.

BONOMO, P.; CRUZ, C.D.; VIANA, J.M.S.; PEREIRA, A.A.; OLIVEIRA, V.R.; CARNEIRO, P.C.S. Evaluation of coffee progenies from crosses of Catuaí Vermelho and Catuaí Amarelo with "Híbrido de Timor" descentes. **Bragantia**, v.63, n.2, p.207-219, 2004.

BORRELLA, I.; MATAIX, C.; CARRASCO-GALLEGO, R. Smallholder farmers in the speciality coffee industry: opportunities, constraints and the businesses that are making it possible. **IDS Bulletin**, v.46, n.3, p.29- 44, 2015.

BRAGANÇA, R.; DOS SANTOS, A. R.; DE SOUZA, E. F.; DE CARVALHO A. J. C.; LUPPI, A. S. L.; DA SILVA, R. G. Impactos das mudanças climáticas no zoneamento agroclimatológico do café arábica no Espírito Santo. **Revista Agroambiente On-line**, v. 10, n. 1, p. 77-82, 2016.

BRANCO, A.L.O.C. **A produção de soja no Brasil: uma análise econométrica no período de 1994-2008**. 2008, 54f. Dissertação de mestrado. Faculdade de Ciências Econômicas do Centro de Economia e Administração da PUC. Campinas-SP. 2008.

BRASIL. Ministério de Estado da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa n° 8 de 11 de julho de 2003**. Dispõe de regulamento técnico de identidade e de qualidade para a classificação do café beneficiado grão cru. Brasília, DF, 2003. 12p.

BUNN C.; LÄDERACH, P.; RIVERA, O. O.; KIRSCHKE, D. A bitter cup: climate change profile of global production of Arabica and Robusta coffee. **Climatic Change**, v. 129, n. 1- 2, p. 89-101, 2015.

BUNN, C. **Modeling the climate change impacts on global coffee production**. 2015. 196f. Tese de doutorado, Humboldt-Universität zu Berlin, Lebenswissenschaftliche Fakultät, 2015.

CALDAS, A.L.D.; LIMA, E.M.C.; REZENDE, F.C.; FARIA, M.A.; DIOTTO, A.V.; LEITE JUNIOR, M.C.R. Produtividade e qualidade de café cv. Travessia em resposta à irrigação e adubação fosfatada. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**. v.12, n.1, p. 2357- 365, 2018.

CAMARGO, A.P. Balanço hídrico, florescimento e necessidade de água para o cafeeiro. In: SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO DE ÁGUA NA AGRICULTURA, 1987, Campinas. **Anais Campinas: Fundação Cargill**, p.53-90, 1987.

CAMARGO, A.P.; CAMARGO, M.B.P. Definição e esquematização das fases fenológicas do cafeeiro Arábica nas condições tropicais do Brasil. **Bragantia**, v.60 n.1, p.65-68, 2001.

CAMARGO, M.B.P. The impact of climatic variability and climate change on Arabic coffee crop in Brazil. **Bragantia**, v. 69, n. 1, p. 239-247, 2010.

CARVALHO, A; ANTUNES FILHO, H.; MENDES, J.E.T.; LAZZARINI, W; REIS, A.J.; ALOISI SOBRINHO, J.; MORAES, M.V. de; NOGUEIRA, P.K. e ROCHA, T.R. Melhoramento do cafeeiro: XIII. Café Bourbon Amarelo. **Bragantia**, v.16 p.411-454, 1957.

CARVALHO, V.D.; CHAGAS, S.J.R.; CHALFOUN, S.M.; BORTREL, N.; JUSTE JÚNIOR, E.S.G. Relação entre a composição físico-química dos grãos de café beneficiado e a qualidade da bebida do café. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.29, n.3, p.449-445, 1994.

CARVALHO, A. Histórico do desenvolvimento do cultivo do café no Brasil. **Documento IAC**. Campinas n° 34. 2007.

CECAFE-Conselho dos Exportadores de Café do Brasil. **Relatório mensal março 2019**. Rio de Janeiro, p.1-20, 2019.

CHALFOUN, S.M.S. **O café (*Coffea arabica* L.) na Região Sul de Minas Gerais - relação da qualidade com fatores ambientais, estruturais e tecnológicos**. 1996, 171f. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Lavras, Lavras. 1996.

CLEMENTE, A.C.S.; CIRILLI, M.A.; MALTA, R.R.; CAIXETA, F.; PEREIRA, C.C.; ROSA, S.D.V.F. Operações pós-colheita e qualidade físico-química e sensorial de cafés. **Coffee Science**, v.10, n.2, p.233-241, 2015.

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

- CONAB- Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira de café, primeiro levantamento/ janeiro 2019**. Brasília, p.1-77. 2019.
- CORTEZ, J. G. **Efeito de espécies e cultivares e do processamento agrícola e industrial nas características da bebida do café**. 2001. 71f. Tese de Doutorado, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba-SP. 2001.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, Imprensa universitária, v.1, 2012.
- CRUZ, C.D. GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum**. v.35, n.3, p.271-276, 2013.
- CUSTODIO, A.A.P.; GOMES, N.M.; LIMA, L.A. Efeito da irrigação sobre a classificação do café. **Engenharia Agrícola**. v.27, n.3, p.391-701, 2007.
- D’ALESSANDRO, S.C. Identificação de cafés especiais. In: SAKIYAMA, N.S.; MARTINEZ, H.E.P.; TOMAZ, M.A.; BORÉM, A. **Café Arábica do plantio a colheita**. Ed. UFV, Viçosa, UFV 316p. Viçosa-MG- 2015.
- DALVI, L.P. **Qualidade de café verde-cana e cereja preparados por via úmida**. 2011, 70f. Tese de doutorado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG. 2011.
- DAMATTA, F.M.; RAMALHO, J.D.C. Impacts of drought and temperature stress on coffee physiology and production: a review. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v.18, n.1, p.55- 81, 2006.
- DaMATTA, F.M.; RONCHI, C.P.; MAESTRI, M.; BARROS, R.S. Ecophysiology of coffee growth and production. **Brazilian Journal of Plant Physiology**. v.19 n.4 p.485-510, 2007.
- EVANGELISTA, S.R.; SILVA, C.F.; MIGUEL, M.G.P.C.; CORDEIRO, C.S.C.; PINHEIRO, A.C.M.; DUARTE, W.F.; SCHWAN, R.F. Improvement of coffee beverage quality by using selected yeasts strains during the fermentation in dry process. **Food Research International**, v.61, p.183–195, 2014.
- FAGAN, E.B.; SOUZA, C.H.E.; PEREIRA, N.M.B.; MACHADO, V.J. Efeito do tempo de formação do grão de café (*coffea sp*) na qualidade da bebida. **Bioscience Journal**. v.27, n.5, p.729-738, 2011.

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

FAVARIN, J.L.; VILLELA, A.L.G.; MORAES, M.H.D.; CHAMMA, H.M.C.P.; COSTA, J.D. Qualidade da bebida de café de frutos cereja submetido a diferentes manejos pós-colheita. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.2, p.187-192, 2004.

FAZUOLI, L.C.; CARVALHO, C.H.S.; CARVALHO, G.R.; GUERREIRO FILHO, O.; PEREIRA, A.A.; ALMEIDA, S.R.; MATIELLO, J.B.; BARTHOLO, G.F.; SERRA, T.; MOURA, W.M.; MENDES, A.N.G.; FONSECA, A.F.A.; FERRÃO, M.A.G.; FERRÃO, R.G.; NECIF, A.P.; SILVAROLLA, M.B. **Cultivares de café Arábica (*coffea arabica* L.)**. in: CARVALHO, C.H.S. Cultivares de café. Ed. Brasília, EMBRAPA, p. 125-198. 2008.

FERNANDES, A.L.T. **Fenicafé - Feira Nacional de Irrigação em Cafeicultura**. 2015. disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2520700/minas-gerais-promove-maior-evento-de-cafeiculturairrigada-do-pais>>. Acesso em: 28/02/ 2018.

FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, R. G.; VERDIN FILHO, A. C.; VOLPI, P. S.; SOUZA, E. M. R.; MORELI, A. P. Cultivares de café Arábica e conilon recomendados para o Estado do Espírito Santo. In: TOMAZ, M. A.; AMARAL, J. F. T.; JESUS JUNIOR, W. C.; FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G. **Tecnologias para a sustentabilidade da cafeicultura**. Alegre: CAUFES, p.51-68. 2011.

FERRÃO, M.A.G.; FONSECA, A.F.A.; FERRÃO, R.G.; ROCHA, A.C. Cultivares de café Arábica para a região das montanhas do estado do Espírito Santo. 2 ed. Vitória-ES, Incaper, **Circular técnica 002-1**. 40p. 2005.

FERREIRA, D.S.; RIBEIRO, W.R.; GONÇALVES, M.S. PINHEIRO, A.A.; SALES, R.A; REIS, E.F. Cenário da área irrigada por pivô central no Triângulo Mineiro, no Estado de Minas Gerais, Brasil. **Nativa**, v.6, n.6, p.613-618, 2018.

FREDERICO, S.; BARONE, M. Globalization and specialty coffees: the Fair trade production of Associação dos Agricultores Familiares do Córrego D'Antas -

ASSODANTAS, Poços de Caldas (MG). **Sociedade e Natureza**, v.27, n.3, p.393-404, 2015.

GEROMEL, C. **Metabolismo da Sacarose em Frutos de Café**. 115f. 2006. Tese de doutorado. Universidade Estadual de Campinas. 2006.

GEROMEL, C.; FERREIRA, L.P.; GUERREIRO, S.M.C.; CAVALARI, A.A.; POT, D.; PEREIRA, L.F.; LOREY, T.; VIEIRA, 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.

GEROMEL, C.; FERREIRA, L.P.; DAVRIEUX, F.; GUYOT, B.; RIBEYRE, F.; SCHOLZ, M.B.S.; PEREIRA, L.F.P.; VASST, P.; POT, D.; LEROY, T.; ANDROCIOLI FILHO, A.; VIEIRA, L.G.E.; MAZZAFERA, P.; MARRACCINI, P. Effects of shade on the development and sugar metabolism of coffee (*Coffea arabica* L.) fruits. **Plant Physiology and Biochemistry**, v.46, n.5, p.569-579, 2008.

GINZ, M. BALZER, M.H.; BRADBURY, A.G.W.; MAIER, H.G. Formation of aliphatic acids by carbohydrate degradation during roasting coffee. **European Food Research Technology**. v.211, p.404-410, 2000.

GLOESS, A.N.; SCHÖNBÄCHLE, B.; KLOPPROGGE, B.; D'AMBROSSIO, L.; CHATELAIN, K.; BONGARTZ, A.; STRITTMATTER, A.; YERETZIAN, M.R.C. Comparison of nine common coffee extraction methods: instrumental and sensory analysis. **European Food Research and Technology**, v. 236, p.607-627, 2013.

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

GUIMARÃES, E.V.; CATRO JUNIOR, L.G.; ANDRADE, H.C.C. A terceira onda do café em Minas Gerais. **Organizações Rurais e Agroindustriais**, v.18, n.3, p.214-227, 2016.

GUIMARÃES, E.V.; LEME, P.H.M.V.; REZENDE, D.C.; PEREIRA, S.P.; SANTOS, A.C. The brand new Brazilian specialty coffee Market. **Journal of food products marketin**. v.25, n.1, p.49-71. 2018.

IAL- Instituto Adolfo Lutz. **Metodos fisico-quimicos para análise de alimentos**. 4^oed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1020p. 2008.

IBGE- Instituto brasileiro de geografia e estatística. **Censo agropecuário 2006**: Disponível:<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/50/agro_2006_agricultura_familiar.pdf>. Acesso: 28/02/2017.

ISQUIERDO, E.P.; BORÉM, F.M.; CIRILLO, M.; OLIVEIRA, P. D.; CARDOSO, R.A.; FORTUNATO, V.A. qualidade do café cereja desmucilado submetido ao parcelamento da secagem. **Coffee Science**, v.6, n.1, p.83-90, 2011.

JESUS JUNIOR, W.C.; MARTINS, L.D.; RODRIGUES, W.N.; MORAES, W.B.; AMARAL, J.F.T.; TOMAZ, M.A.; ALVES, F.R. Mudanças climáticas: potencial impacto na sustentabilidade da cafeicultura. In: TOMAZ, M.A.; AMARAL, J.F.T.; JESUS JUNIOR, W.C.; FONSECA, A.F.A.; FERRAO, R.G.; FERRAO, M.A.G.; MARTINS, L.D.; RODRIGUES, W.N. (Org.). **Inovação, difusão e integração: bases para a sustentabilidade da cafeicultura**. 1ed. Alegre-ES: CAUFES, v. 1, p. 179-201. 2012.

LAGES, M.P. **A formação do consumo gourmet no Brasil: o caso dos cafés especiais e dos corpos que os acompanham**. 2015,185f. Dissertação de mestrado. Universidade de Brasília. Brasília-DF 2015.

LAVIOLA, B.G.; MAURI, A.L.; MARTINEZ, H.E.P.; ARAUJO, E.F.; NEVES, Y.P. Influência da adubação na formação de grãos mocas e no tamanho de grãos de café (*Coffea arabica* L.). **Coffee Science**, v.1, n.1, p.36-42. 2007.

LIMA, M.V.; VIEIRA, H.D.; MARTINS, M.L.L. Condutividade elétrica como indicador do café despulpado durante a desgomagem. **Ciência Rural**, v.38, n.6, P.1765-1768, 2008.

LUPPI A. S. L.; SANTOS, A. R.; EUGÊNIO, F. C.; BRAGANÇA, R.; PELÚZIO, J. B. E.; DALFI, R. L.; SILVA, R. G. Metodologia para Classificação de Zoneamento Agroclimatológico. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 15, 2014.

MALTA, M.R.; CHAGAS, S.J.R. Avaliação de compostos não-voláteis em diferentes cultivares de voláteis em diferentes cultivares de cafeeiro produzidas na região sul de Minas Gerais. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.31, n.1, p.57-61, 2009.

- MALTA, M.R.; SANTOS, M.L.; SILVA, F.A.M. Qualidade de grãos de diferentes cultivares de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). **Acta Scientiarum**, v.24, n.5, p.1385-1290, 2002.
- MANKE, E.B.; FARIA, L.C.; PEREIRA, M.G.; NOREMBERG, B.G.; CALDEIRA, T.L.; OLIVEIRA, H.F.E. Identificação de áreas irrigadas por pivô central e linear móvel no estado do Rio Grande do Sul. **Irriga**, v. 22, n. 2, p. 343-352. 2017.
- MARQUES, J.P. **Relação entre o processamento de pós-colheita e atributos químicos e sensoriais de café de três locais de Minas Gerais**. 2017, 53f. Dissertação de mestrado, Universidade José do Rosário Vellano, Alfenas-MG, 2017.
- MARSCHNER, P. **Mineral nutrition of higher plants**. 3^aed. New York, Academic Press. 651p. 2012.
- MARSETTI, M.M.S.; BONOMO, R. PARTELLI, F.L.; SARAIVA, G.S. Déficit hídrico e fatores climáticos na uniformidade da florada do cafeeiro Conilon irrigado. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 7, p. 371-380, 2013.
- MARTINEZ, H.E.P.; CLEMENTE, J.M.; LACERDA, J.S.; NEVES, Y.P.; PEDROSA, A.W. Nutrição mineral do cafeeiro e qualidade da bebida. **Revista Ceres**, v.61, supl. p. 838-848, 2014.
- MARTINS, E.; APARECIDO, L.E.O.; SANTOS, L.P.S.; MENDONÇA, J.M.A.; SOUZA, P.S. Influência das condições climáticas na produtividade e qualidade do cafeeiro produzido na região sul de Minas Gerais. **Coffee Science**, v. 10, n. 4, p. 499 - 506, 2015.
- MARTINS, L. D. ; FERREIRA, D. S. ; RODRIGUES, W. N. ; COLODETTI, T. V. ; BRINATE, S. V. B. ; CÔGO, A. D. ; BARROS, V. M. S. ; PARTELLI, F. L. ; AMARAL, J. F. T. ; TOMAZ, M. A. Exploring the nutritional efficiency of genotypes of *Coffea arabica* L. from different parental lineages in contrasting environments for N availability. **African Journal of Biotechnology**, v. 18, p. 435-443, 2019.
- MATIELLO, J.B. **O café: do cultivo ao consumo**. São Paulo, Globo, 320 p. 1991.
- MATIELLO, J.B; SANTINATO, R; GARCIA, A.W; ALMEIRA, S.R; FERNADES, D.R. **Cultura do café no Brasil manual de recomendações**. Varginha: Gráfica Santo Antônio. 542 p. 2010.

MEIRELES, E.J.L.; CAMARGO, M.B.P.; PEZZOPANE, J.R.M.; THOMAZIELLO, R.A.; FAHI, J.I.; BARDIN, L.; SANTOS, J.C.F.; JAPIASSÚ, L.B.; GARCIA, A.W.R.; MIGUEL, A.E.; FERREIRA, R.A. **Fenologia do Cafeeiro: Condições Agrometeorológicas e Balanço Hídrico do Ano Agrícola 2004–2005**. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, DF. 2009.

MENEZES, H. C. **Variação de monoisômeros e diisômeros do ácido cafeoilquínico com a maturação do café**. 1990. 120p. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas. Campinas-SP, 1990.

MOURA, E.F.; BUENO, M.J.M. commodity, diferenciado ou especial? diferentes terminologias para o café a partir das formas de produção, separação e classificação dos grãos. **Desafio Online**, v.6, n.3, p.474-498, 2018.

NOBRE, G.W.; BORÉM, F.M.; ISQUIERDO, E.P.; PEREIRA, R.G.F.A.; OLIVEIRA, P.D. Composição química de frutos imaturos de café Arábica (*Coffea arabica* L) processados por via seca e via úmida. **Coffee Science**, v.6, n.2, p.107-113, 2011.

OIC- Organização Internacional de Café. **Estatísticas de comércio, 2018**. Disponível < http://www.ico.org/pt/new_historical_p.asp?section=Estat%EDstica >. Acesso: 27 Fevereiro de 2018.

OLIVEIRA, E.L.; FARIA, M.A.; REIS, R.P.; SILVA, M.L.O. Manejo e viabilidade econômica da irrigação por gotejamento na altura do cafeeiro Acaíá considerando seis safras. **Engenharia Agrícola**, v.30, n.5, p.887-896, 2010.

PEDROSO, T.Q.; SCALCO, M.S.; CARVALHO, M.L.M. DE; RESENDE, C.A.; OTONI, R.R. Qualidade de sementes de cafeeiro produzidas em diferentes densidades de plantio e regimes hídricos. **Coffee Scienc**, v.4, n.2, p.155-164, 2009.

PEREIRA, L.L. **Novas abordagens para produção de cafés especiais a partir do processamento via-úmida**. 2017, 200f. Tese de doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2017.

PEREIRA, A.R.; CAMARGO, A.P.; CAMARGO, M.B.P. **Agrometeorologia de cafezais no Brasil**. 1.ed. Campinas: Instituto Agrônômico, 127p. 2008.

PEREIRA, M.C. **Características químicas, físico-químicas e sensoriais de genótipos de grão de café (*Coffea arabica* L.)**. 2008, 114f. Tese de doutorado. Universidade Federal de Lavras. 2008.

PEREIRA, M.C.; CHALFOUN, S.M.; CARVALHO, G.R.; SAVIAN, T.V. Multivariate analysis of sensory characteristics of coffee grains (*Coffea arabica* L.) in the region of upper Paranaíba. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.32, n.4, p.635-641, 2010.

PEREIRA, L.L.; CARVALHO, GUARÇONI, R.; SOUZA, G.S.; BRIOSCHI JUNIOR, D.; MOREIRA, T.R.; CATEN, C.T.S. Propositions on the Optimal Number of Q-Graders and R-Graders. **Journal Of Food Quality**, v. 2018, p. 1-7, 2018.

PEZZOPANE, G.C.; FAVARIN, J.C.; MALUF, M.P.; PEZZOPANE, J.C.M.; GUERREIRO, F.O. Atributos fenológicos e agrônômicos em cultivares de cafeeiro Arábica. **Ciência Rural**, v.39, n.3, p.711-717. 2009.

PIMENTA, C.J.; CHAGAS, S.J. R.; COSTA, L. Polifenoloxidase, lixiviação de potássio e qualidade de bebida do café colhido em quatro estádios de maturação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.32, n.2, p.171-177, 1997.

PINTO, H.S.; ASSAD, E.D.; ZULLO JUNIO, R.J.; EVANGELISTA, S.E.M.; OTAVIAN, A.F.; ÁVILA, A.M.H.; EVANGELISTA, B.A., MARIN, F., MACEDO JUNIOR, C.; PELLEGRINO, G.; COLTRI, P.P.; CORAL, G. **Aquecimento global e a nova geografia da produção agrícola no Brasil**. Embrapa-Cepagri, São Paulo, 2008.

PINTO, N.; FERNANDES, S.M.; GIRANDA, R.N; PEREIRA, R.R.G.F.; CARVALHO, V.D. Avaliação de componentes químicos de padrões de bebida para o preparo de café expresso. **Ciência e Agrotecnologia**, v.26, p.826-829, 2002.

PRETE, C. E. C. **Condutividade elétrica do exsudato de grãos de café (*Coffea arabica* L.) e sua relação com a qualidade da bebida**. 1992. 125f. Dissertação Mestrado. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1992.

PREZOTTI, L.C.; GOMES J.A; DADALTO G.G.; OLIVEIRA J.A. **Manual de recomendação de calagem e adubação para o Estado do Espírito Santo: 5ª aproximação**, SEEA/INCAPER/CEDAGRO, Vitória. 2007.

RABELO, M.H.S. **Limiar de percepção sensorial da presença de grãos Quakers em café natural especial**. 2016, 55f. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Lavras, 2016.

REIS, P.R.; CUNHA, R.L. **Café Arábica: do plantio à colheita**. Epamig, Lavras. 2010.

RIBEIRO, B.B.; NUNES, C.A.; SOUZA, A.J.J.; MONTANARI, F.F.; SILVA, V.A.; MADEIRA, R.A.V.; PIZA, C. Perfil sensorial de cultivares de café processados por via seca e via úmida após o armazenamento. **Coffee Science**, v.12, n.2, p.148–155. 2017.

RODRIGUES, R.R.; PIZETTA, S.C.; SILVA, N.K.C.; RIBEIRO, W.R.; REIS, E.F. Crescimento inicial de cafeeiro conilon sob déficit hídrico no solo. **Coffee Science**, v.11, n.1, p.33-38, 2016.

RODRIGUES, W.N. **Caracterização morfofisiológica e biométrica de genótipos de *coffea arabica* em sistema adensado**. 2014, 126f. Tese de doutorado. Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo. Alegre-ES. 2014.

RODRIGUES, W.N.; BRINATE, S.B.V.; MARTINS, L.D.; COLODETTI, T.V.; TOMAZ, M.A. Genetic variability and expression of agromorphological traits among genotypes of *Coffea arabica* being promoted by supplementary irrigation. **Genetics and Molecular Research**, v.16, n.2, p.1-12. 2017.

RODRIGUES, W.N.; TOMAZ, M.A.; FERRÃO, M.A.G.; MARTINS, L.D.; COLODETTI, T.V.; BRINATE, S.B.V.; AMARAL, J.F.T.; SOBREIRA, F.M.; APOSTÓLICO, M.A. Biometry and diversity of Arabica coffee genotypes cultivated in a high density plant system. **Genetics and Molecular Research**, v.15, n.1, p.1-12. 2016.

ROGERS, W.J.; MICHAUX, S.; BASTIN, M. BUCHELI, P. Changes to the content of sugars, sugar alcohols, myo-inositol, carboxylic acids and inorganic anions in developing grains from different varieties of Robusta (*Coffea canephora*) and Arabica (*C. arabica*) coffees. **Plant Science**, v. 149 p. 115–123, 1999.

ROMERO, J.C.P.; ROMERO, J.P.; GOMES, F.P. Condutividade elétrica (CE) do exsudato de grãos de *Coffea arabica* em 18 cultivares analisados no período de 1993 a 2002. **Revista de Agricultura**, v.78, n.3, p.293-302, 2003.

SAKIYAMA, N.S. O café Arábica. In: SAKIYAMA, N.S.; MARTINEZ, H.E.P.; TOMAZ, M.A.; BORÉM, A. **Café Arábica do plantio a colheita**. Ed. UFV 316p. Viçosa-MG- 2015.

SANTIAGO, F.; TAVARES, T.O.; SILVA, R.P.; SILVA, C.D.; ORMOND, A.T.S. Estratégia para uniformização da maturação de frutos do cafeeiro. **Revista Agrarian**, v.10, n.38, p. 321-327, 2017.

SARRAZIN, C.; QUÉRE, J.L.L.; GRETSCH, C.; LIARDON, R. Representativeness of coffee aroma extracts: a comparison of different extraction methods. In: **Food Chemistry**, v.70, p.99-106, 2000.

SCAA- Specialty Coffee Association Of American. **Protocols 23**, 2013. Disponível em: <<http://www.scaa.org/PDF/resources/cupping-protocols.pdf>>. Acesso em: 15/04/2019. 2013

SCHOLZ, M.B.S.; FIGUEIREDO, V.R.G.; SILVA, J.V.N.; KITZBERGER, C.S.G. Característica físico-químicas de grãos verdes e torrados de cultivares de café (*Coffea arabica* L.) do IAPAR. **Coffee Science**, v.6, n.3, p.245-255, 2011.

SCHOLZ, M.B.S.; SILVA, J.V.N.; FIGUEIREDO, V.R.G.; KITZBERGER, C.S.G. Atributos sensoriais e características físico-químicas de bebida de cultivares de café do IAPAR. **Coffee Science**, v.8, n.1, p.6-16, 2013.

SEDIYAMA, G.C.; MELO JUNIOR, J.C.; SANTOS, A.R.; RIBEIRO, A.; COSTA, M.H.; HAMAKAWA, P.J.; COSTA, J.M.N.; COSTA, L.C. Zoneamento agroclimático do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) para o Estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.9, p.501-509, 2001.

SIMÕES, R.O.; FARONI, L.R.D.; QUEIROZ, D.M. Qualidade dos grãos de café (*Coffea arabica* L.) em coco processados por via seca. **Revista Caatinga**, v.21, n.2, p.139-146. 2008.

SIQUEIRA, H.H.; ABREU, C.M.P. Composição físico-química e qualidade do café submetido a dois tipos de torração e com diferentes formas de processamento. **Ciência e Agrotecnologia**, v.30 p.112-117, 2006.

SIVETZ, M.; DESROSIER, N.W. **Coffee technology**. Westport: avi, 716 p. 1979.

SMITH, A.W. Introduction. In: CLARKE, R.J.; MACRAE, R. Coffee: chemistry. New York: Elsevier Applied Science, v.1, n.1 p.1-41, 1985.

TEIXEIRA, A.G. **Comportamento de cultivares de café Arábica com e sem irrigação nas regiões das montanhas do estado do Espírito Santo**. 2014, 56f. Dissertação de mestrado. Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo. Alegre-ES. 2014.

UEJO NETO, E. Sutilezas ton-sur-ton da torra do café. **Jornal do Café**, n.162, p.58-59, 2008.

VAAST, P.; BERTRAND, B.; PERRIOT, J.J.; GUYOT, B.; GÉRNAD, M. Fruit thinning and shade improve bean characteristics and beverage quality of coffee (*Coffea arabica* L.) under optimal conditions. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.86, n.2, p.197-204, 2006.

VENANCIO, L.P.; CUNHA, F.F.; MANTOVANI, E.C. Demanda hídrica do cafeeiro conilon irrigado por diferentes sistemas de irrigação. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.10, n.4, p.767-776, 2016.

VERDIN FILHO, A. C.; VOLPI, P. S.; FERRAO, M. A. G. ; FERRAO, R. G. ; Mauri, A. L. ; FONSECA, A. F. A. ; TRISTAO, F. A. ; ANDRADE, S. New management technology for arabica coffee: the cyclic pruning program for arabica coffee. **Coffee Science**, v.11, p.475-483, 2016.

VIANA, C.F.A.; SILVA, M.A.; PIRES, A.V.; LOPES, P.S.; PIASSI, M. Estudo da Divergência Genética entre Quatro Linhagens de Matrizes de Frangos de Corte Utilizando Técnicas de Análise Multivariada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29 n.4 p.1074-1081, 2000.

VIANA, T.R.V.; GUEDES, J.M.; MAURI, J.; SILVA, E.A.; CASTANHEIRA, D.T.; GAMA, T.C.P.; variabilidade genética em genótipos de café resistentes à ferrugem utilizados em programas de melhoramento. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 17, n. 1, p. 80-89, 2018.

Z Aidan, U.R.; CORRÊA, P.C.; FERREIRA, W.P.M.; CECON, P.R. Ambiente e Variedades influenciam a qualidade de cafés das Matas de Minas. **Coffee Science**, v.12, n.2, p.240-247. 2017.