



**FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA
NÚCLEO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO
REGIONAL E MEIO AMBIENTE**

**CARACTERIZAÇÃO DO CICLO DE MATURAÇÃO DOS FRUTOS
E DA QUALIDADE DA BEBIDA DE CLONES SUPERIORES DE
Coffea canephora DAS VARIEDADES BOTÂNICAS “CONILON” E
“ROBUSTA”.**

CAROLINA AUGUSTO DE SOUZA

Porto Velho (RO)
2017



**FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA
NÚCLEO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO
REGIONAL E MEIO AMBIENTE**

**CARACTERIZAÇÃO DO CICLO DE MATURAÇÃO DOS FRUTOS E DA
QUALIDADE DA BEBIDA DE CLONES SUPERIORES DE *Coffea canephora*
DAS VARIEDADES BOTÂNICAS “CONILON” E “ROBUSTA”.**

CAROLINA AUGUSTO DE SOUZA

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Barros Rocha

Dissertação de Mestrado apresentada junto ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente, Área de Concentração em Desenvolvimento Sustentável & Diagnóstico Ambiental, para obtenção do Título de Mestra em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente.

Porto Velho (RO)
2017

FICHA CATALOGRÁFICA
BIBLIOTECA PROF. ROBERTO DUARTE PIRES

S729c

Souza, Carolina Augusto

Caracterização do ciclo de maturação dos frutos e da qualidade da bebida de clones superiores de *Coffea canephora* das variedades botânicas “conilon” e “robusta”. - Porto Velho, Rondônia, 2017.

79 f: il.

Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio ambiente) Fundação Universidade Federal de Rondônia / UNIR.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Barros Rocha

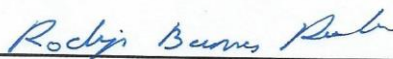
1. Híbridos intervarietais. 2. Cafés especiais. 3. Amazônia. 4. Rondônia. I. Rocha, Rodrigo Barros. II. Título.

CDU: 58:633

CAROLINA AUGUSTO DE SOUZA

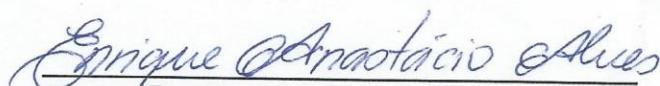
CARACTERIZAÇÃO DO CICLO DE MATURAÇÃO DOS FRUTOS E DA QUALIDADE DA
BEBIDA DE CLONES SUPERIORES DE *Coffea Canephora* DAS
VARIEDADES BOTÂNICAS “CONILON” E “ROBUSTA”

Comissão Examinadora



Dr. Rodrigo Barros Rocha
Orientador

Fundação Universidade Federal de Rondônia/Embrapa Rondônia



Dr. Enrique Anastácio Alves
Membro Externo

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária



Dr. Angelo Gilberto Manzatto
Membro Interno

Fundação Universidade Federal de Rondônia

Porto Velho, 3 de agosto de 2017.

Resultado: APROVADA

OFEREÇO aos meus pais e minha irmã.

“Se a qualidade pode ser definida como a propriedade que determina a essência ou a natureza de um ser ou coisa, não é utópico dizer que poucos produtos agrícolas representam tão bem a essência cultural, natural e humana de Rondônia como o café”

Enrique Anastácio Alves.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiro a Deus que me concedeu o dom da vida.

Aos meus pais Ronaldo e Rosa, e minha irmã Suély, que são minha fortaleza. E sem eles eu não teria conseguido chegar ao fim de mais uma etapa.

Ao meu namorado Uillian Bruno pelo apoio, pelo companheirismo, pelo amor e carinho dedicados a mim, e por toda compreensão e incentivo destinados às minhas escolhas.

À minha amiga e futura sogra Luiza, por ter-me acolhido tão carinhosamente quando precisei.

Em especial ao meu orientador Rodrigo, por não poupar seus esforços e pelo total incentivo dedicados a mim e ao nosso trabalho durante esses dois anos de muito estudo, além de ser um exemplo como pessoa e como profissional.

Ao pesquisador Enrique, que ajudou a alimentar e construir meu sonho de concluir essa etapa da minha vida.

Aos meus companheiros de mestrado, em especial a Camila, pela amizade, parceria nos trabalhos, cursos e na organização do Encontro Regional sobre Desenvolvimento e Meio Ambiente. “Amizade é quando você encontra uma pessoa que olha na mesma direção que você, compartilha a vida contigo e te respeita como você é!”
- Renato Russo.

Aos estudantes e estagiários da Embrapa-RO, Marcos, Vitor, Rodrigo, Darlan, Cemilla e Gabriela pelo auxílio durante a realização de trabalhos e por ter tornado os almoços realizadas na instituição extremamente divertidos.

Meus Agradecimentos vão também para Universidade Federal de Rondônia.

Ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente da Fundação Universidade Federal de Rondônia.

Aos professores do PGDRA, pelos ensinamentos e dedicação ao programa.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) pela oportunidade de estágio e pelo suporte físico e material no desenvolvimento desta pesquisa.

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

A todos, que de maneira geral, contribuíram para elaboração desta pesquisa.
Gratidão!

Resumo: O café pertence ao gênero *Coffea*, e possui duas espécies de importância econômica o *C.arabica* e o *C.canephora*, é a bebida, mais consumida no mundo depois da água. O estado de Rondônia é o quinto maior produtor de café do Brasil, sendo o segundo maior da espécie *C.canephora* que apresenta duas variedades botânicas distintas: o Conilon e o Robusta. A qualidade da bebida é uma característica influenciada tanto pelo genótipo quanto pelo ambiente, cafés que apresentam qualidade superior possuem maior valor econômico. A maturação dos frutos influencia diretamente na qualidade da bebida assim a colheita deve ser realizada com o máximo de frutos maduros possível, a uniformidade de maturação e dependente do genótipo da planta. Diante da importância social e econômica da cafeicultura no estado de Rondônia, o objetivo por meio desse trabalho é caracterizar os componentes genético do ciclo de maturação dos frutos e caracterizar a qualidade da bebida de 130 clones superiores de *Coffea canephora*. Para isso foram avaliados o número de dias e a soma térmica para a maturação dos frutos, ao longo de 36 meses, em delineamento de blocos ao acaso com seis repetições de quatro plantas por parcela no município de Ouro Preto do Oeste - RO. Os valores genotípicos e os componentes de variância foram estimados utilizando-se métodos de Máxima Verossimilhança Restrita (REML) e Melhor Predição Linear Não Viesada (BLUP) e a dissimilaridade entre os genótipos foram quantificada utilizando técnicas de agrupamento hierárquico. A classificação da bebida foi realizada conforme o Protocolo de Degustação de Robusta Finos, que também considera os nuances da bebida. As estimativas dos parâmetros genéticos indicam maior acurácia da soma térmica para estimar o ciclo de maturação dos frutos, e uma predominância do efeito genotípico na expressão dessa característica. No dendrograma foi possível observar três grupos de maturação distintos que se mantiveram ao longo do tempo. Também foram observados genótipos (20%) que apresentaram mudanças em sua classificação devido à ação do ambiente. As médias finais classificaram a variedade botânica Robusta e os híbridos intervarietais como cafés de bebida Prêmio, e a variedade botânica Conilon como Boa qualidade usual. Observou-se que os nuances da variedade botânica Conilon foram predominantemente neutros (78%), em comparação com a variedade botânica Robusta e de híbridos intervarietais que apresentaram 50% e 44% respectivamente de suas bebidas divididas entre os nuances frutado, exótico ou suave. Os parâmetros genéticos indicam que o componente genético foi predominante ao ambiental tanto na expressão do ciclo de maturação quanto nos atributos de qualidade do café. Observou variabilidade genética na população avaliada, exceto para os atributos uniformidade e limpeza da bebida. A variabilidade genética observada entre as variedades botânicas subsidia o desenvolvimento de novos materiais de maior uniformidade de maturação de frutos e com diferentes qualidades de bebida.

Termos para indexação: Híbridos Intervarietais, cafés especiais, Amazônia, Rondônia.

Abstract: The coffee belongs to the genus *Coffea*, and has two species of economic importance the *C.arabica* and the *C.canephora*, currently is the beverage, the most consumed in the world after water. The state of Rondônia is the fifth largest producer of coffee in Brazil, being the second largest of the species *C. canephora* which features two varieties of plants: the Conilon and Robusta. The quality of the beverage is a characteristic influenced by both the genotype and the environment, higher quality coffees have a higher economic value. The maturation of the fruits directly influence on the quality of the drink so the harvest should be performed with the maximum of ripe fruits as possible, the uniformity of ripeness and dependent on the genotype of the plant. In the face of the social and economic importance of coffee growers in the state of Rondônia and the lack of research geared toward the quality of the drink, the goal is to characterize the genetic components of the fruit ripening cycle and characterize the quality of the drink of 130 clones of *Coffea canephora* . For this, the number of days and the thermal time for fruit ripening, were evaluated over 36 months in design of randomized blocks with six replicates of four plants per plot in Ouro Preto do Oeste - RO. The genotypic values and the variance components were estimated using methods of Restricted Maximum Likelihood (REML) and Best Linear not Unbiased Prediction (BLUP) and the dissimilarity among genotypes quantified using hierarchical clustering techniques. The beverage classification was performed according to the Robusta Cupping Protocols, which also considers the nuances of the beverage. Estimates of genetic parameters indicate greater accuracy of thermal time to estimate the fruit ripening cycle, and a predominance of the genotypic effect on the expression of this trait. In the dendrogram it was possible to observe three different fruit ripening groups, which maintained over time. They were also observed genotypes (20%) that changed their classification due to the environmental effect. The final mean values classified the Robusta botanical variety and the intervarietal hybrids as coffees with a premium beverage, and the Conilon botanical variety as usual good quality. The nuances of the Conilon botanical variety were found to be predominantly neutral (78%), as compared to the Robusta botanical variety and the intervarietal hybrids, which exhibited 50% and 44% of their beverages, respectively, with fruit-like, exotic, or mild nuances. The genetic parameters indicate that the genetic component was predominant in both environmental in the expression of the ripening cycle as in the attributes of the coffee quality. Genetic variability was observed in the population evaluated, except for the Uniform Cups and Clean Cups beverage attributes. The observed efficiency of selection associated and the clustering of genotypes with similar ripening cycles subsidize the development of new materials of greater uniformity of fruit ripening and with different qualities of beverage.

Key words: specialty coffees, intervarietal hybrids, Amazonia, Rondônia.:

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Ilustração da autoincompatibilidade do tipo gametofítica.....	16
Figura 2. Esquema da estrutura do fruto de cafeeiro.	16
Figura 3. Esquema gráfico das alterações que ocorrem nos tecidos durante a formação do fruto do cafeeiro.....	19
Figura 4: Variáveis climáticas avaliadas no período de julho de 2013 a dezembro de 2015 no município de Ouro Preto do Oeste – RO, representadas por déficit hídrico (mm), precipitação (mm) e temperaturas máxima, mínima e médias (°C).	51
Figura 5 – Dispersão no plano dos valores genotípicos do número de dias (A) e correlação da soma térmica (B) para maturação dos frutos de 130 clones de <i>Coffea canephora</i> avaliados nos anos agrícolas de 2013-2014 e 2014-2015 no município de Ouro Preto do Oeste – Rondônia.....	57
Figura 6 - Dendrograma obtido pelo método de UPGMA, classificando os 130 clones de <i>C. canephora</i> nos anos agrícolas 2013/2014 e 2014/2015 em função das estimativas da soma térmica para a maturação dos frutos. As setas indicam as mudanças nos agrupamentos ocorridas de um ano para o outro.....	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Divisão do grupo congelês, em subgrupos e os respectivos genótipos	14
Tabela 2: Escala da qualidade do Protocolo de Degustação de Robustas Finos.	35
Tabela 3: Chave dos resultados para classificação da bebida de <i>C.canephora</i> , segundo o Protocolo de Degustação de Robustas Finos.....	37
Tabela 4: Parâmetros genéticos para características número de dias (ND) e soma térmica ($\square T$) para a maturação dos frutos, estimados a partir da avaliação de 130 clones de <i>Coffea canephora</i> , nos anos agrícolas de 2013-2014 e 2014-2015 no município de Ouro Preto do Oeste, Rondônia.....	55
Tabela 5: Parâmetros genéticos da análise conjunta do número de dias (ND) e da soma térmica ($\square T$) para a maturação dos frutos de 130 clones de <i>Coffea canephora</i> avaliados nos anos agrícolas 2013-2014 e 2014-2015. Campo Experimental de Ouro Preto do Oeste (RO).....	56
Tabela 6: Estimativa do teste F ANOVA da análise de variância (ANOVA) dos atributos, fragrância, sabor, salidade/acidez, amargor/doçura, sensação na boca, equilíbrio, retrogosto, uniformidade, limpeza e conjunto entre variedades botânicas Conilon, Robusta e o Híbrido intervarietais.....	69
Tabela 7: Estimativas de parâmetros genéticos estimados para os atributos avaliado conforme o Protocolo de Degustação de Robusta Finos: Flagrância (Flag), Sabor, Salinida/Acidez(S/A), Amargo/Doçura(A/D), Sensação na Boca (S.B), Equilíbrio (Equil.), Retrogosto (Retro.), Uniformidade (Unifor.), Limpeza (Limp.), Conjunto(Conj.) e Nota final (NF).....	71
Tabela 8: Pontuações dadas para cada um dos atributos, da classificação da qualidade da bebida, para os clones das variedades botânicas Conilon (68), híbridos intervarietais (18) e robusta (26).....	73
Tabela 9: Porcentagem de nuances nas amostras e classificação conforme o PDRF em quatro níveis: comercial, média - boa qualidade usual (média-BQU), bom- boa qualidade usual (média-BQU), prêmio e fino, na avaliação de 130 clones das variedades botânicas Conilon, Robusta e de híbridos intervarietais.....	74

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	10
2. REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DO CAFÉ EM RONDÔNIA	12
2.2 <i>Coffea canephora</i>	13
2.2.1 Origem e taxonomia	13
2.2.2 Floração e reprodução	14
2.3 O FRUTO DO CAFEEIRO	16
2.3.1 Desenvolvimento do fruto	18
2.3.2 Morfologia dos frutos	20
2.3.3 Frutificação e ciclo de maturação dos frutos	21
2.4 PARÂMETROS GENÉTICOS E COMPONENTES GENÉTICOS	23
2.5 COLHEITA	24
2.6 PÓS COLHEITA	25
2.7 FATORES DETERMINANTES PARA QUALIDADE DO CAFÉ	26
2.8 UTILIZAÇÃO DO <i>C.canephora</i> NA PREPARAÇÃO DE BEBIDAS	27
2.9 QUALIDADE DA BEBIDA	28
2.9.1 Propriedades sensoriais.....	30
2.10 PROTOCOLO DE DEGUSTAÇÃO DE ROBUSTAS FINOS	32
Referencias	38
3.0 CAPÍTULOS	48
3.1 COMPONENTES GENÉTICOS DO DESENVOLVIMENTO E MATURAÇÃO DE FRUTOS DE <i>Coffea canephora</i>	48
Resumo.....	48
Abstrat.....	48
Introdução	49
3.1.2 Material e métodos	50
3.1.3 Resultados e discussão.....	54
Conclusão.....	60
Referencias.....	61
3.2 CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DA BEBIDA DE <i>Coffea canephora</i> DAS VARIEDADES BOTÂNICAS CONILON E ROBUSTA.....	65
Resumo.....	65
Abstrat.....	65
Introdução.....	66
3.2.2 Material e métodos	67
3.2.3 Resultados e discussão.....	69
Conclusão.....	76
Referências.....	77

INTRODUÇÃO GERAL

De acordo com a Organização Internacional do Café-OIC (2015) em 2015 o Brasil foi o maior exportador de café, tendo produzido uma safra de 43,2 milhões de sacas. Aproximadamente 38% da produção de café do mundo deve-se ao cultivo da espécie *Coffea canephora* Pierre ex Froehner, que se caracteriza pelo elevado vigor vegetativo e produção de uma bebida predominantemente neutra com alto teor de sólidos solúveis (MOURA et al., 2007; RIBEIRO et al., 2014). Na Amazônia Ocidental destaca-se o Estado de Rondônia pela sua aptidão para cultivo do *C. canephora* (PEZZOPANE et al., 2010) com as variedades botânicas Conilon e Robusta (ROCHA et al., 2014).

O conhecimento da época de maturação dos frutos do cafeeiro é fundamental, pois facilita a colheita, o beneficiamento e a comercialização dos frutos, influenciando na qualidade da bebida (PARTELLI et al., 2010). Segundo Petek et al. (2009) o ciclo de maturação do cafeeiro pode ser entendido como o período fenológico de desenvolvimento e maturação dos frutos, que ocorre entre o florescimento e a colheita.

A época de maturação dos frutos é diferente entre os clones, o conhecimento da mesma permite o agrupamento de clones mais semelhantes. A dinâmica de formação de frutos é importante para identificar os períodos de maior exigência nutricionais (PARTELLI et al., 2014).

Fatores ambientais e genéticos são determinantes para o ciclo de maturação dos frutos podendo ser encontradas em campo plantas que amadurecem em diferentes épocas do ano (PEZZOPANE et al., 2003; PETEK et al., 2009). Entre os elementos climáticos que influenciam o ciclo de maturação, a temperatura é considerada a mais relevante para os processos fisiológicos de maturação dos frutos (PEZZOPANE et al., 2008). A avaliação do ciclo de maturação em função da soma de graus-dias se baseia na pressuposição de que para a planta completar uma fase fenológica necessita ter um somatório térmico diferente entre as espécies vegetais (PAULA CARVALHO et al., 2014).

Embora normalmente avaliado em classes, o ciclo de maturação do cafeeiro é uma característica de herança complexa, de expressão governada por vários genes influenciados pelo ambiente, o que resulta em uma característica quantitativa de distribuição contínua. No entanto, não foram encontrados na literatura pesquisas que avaliaram essa característica considerando sua natureza quantitativa.

A qualidade do café também é influenciada pelo seu genótipo, pelas condições climáticas (SALLA, 2009). Giomo e Borém, (2011) ressaltam que dentro os diversos

fatores que influenciam a qualidade da bebida do café, os predominantes são o ambiente, o processamento e a constituição genética das plantas.

Durante o amadurecimento do fruto, ocorrem várias etapas físicas, químicas e biológicas que podem favorecer a qualidade final do produto. O processamento do fruto deve ser realizado quando, a casca, a polpa e as sementes encontram-se com a composição química adequada para proporcionar uma bebida de qualidade (CARVALHO, 1997). Para a produção de café com qualidade de bebida é importante a realização da colheita na época correta, quando a maior parte dos frutos se encontra fisiologicamente madura, reduzindo a proporção de frutos verdes misturados aos frutos maduros (TEIXEIRA et al., 2015). A adoção de tecnologias como a colheita escalonada, que consiste em utilizar clones superiores de ciclo de maturação diferenciado, subsidia a realização da colheita ao longo do tempo (PETEK, SERA, FONSECA, 2009; BARDIN-CAMPAROTTO et al., 2012).

As duas principais espécies utilizadas *C.canephora* e *C.arabica*, possuem avaliações sensoriais conforme seus atributos organolépticos, as bebidas originadas do *C.arabica* são consideradas melhores, por esse motivo durante anos as pesquisas para classificação e eventos de qualidade eram voltadas em sua maioria para essa espécie, além de possuir um valor econômico maior que o *C.canephora*, entretanto nos últimos anos começou a haver uma preocupação com a classificação da bebida originada do *C.canephora* até então considerada de qualidade inferior, sendo elaborado um protocolo de degustação próprio para a espécie, em 2010 a OIC lançou o Protocolo de Degustação de Robusta Fino (PDRF), com a finalidade de uniformizar a classificação da bebida dessa espécie internacionalmente.

Diante da importância social e econômica da cafeicultura no Estado de Rondônia e a falta de pesquisas voltadas para a qualidade da bebida, o objetivo desta dissertação é caracterizar os componentes genético do ciclo de maturação dos frutos e avaliar a qualidade da bebida de 130 clones superiores de *Coffea canephora* .

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DO CAFÉ EM RONDÔNIA

O Brasil é o maior produtor e exportador mundial (LIVRAMENTO et al., 2017). Na região amazônica, Rondônia é o principal estado produtor de café, o quinto maior produtor do Brasil, e o segundo maior produtor da espécie *C.canephora*, variedades botânicas Conilon e Robusta, com aproximadamente 94.000 hectares cultivados e uma produção de 1,7 mil sacas beneficiadas no ano de 2016 (CONAB, 2016).

Atualmente a cafeicultura de Rondônia passa por importantes transformações. Em 2011, os cafezais no estado ocupavam 153.391 ha, com produtividade média de 9,31 sacas beneficiadas por hectare. Na safra 2016 a área em produção com café foi de 87.657 ha com produtividade média de 18,56 sacas beneficiadas por hectare; o que equivale, em um interstício de seis anos, a uma redução de área de 42,9% e aumento de produtividade de 99,8% (CONAB, 2016). Não obstante a diminuição da área plantada e do número de propriedades, o aumento da produtividade propiciou ganhos significativos em termos de produção. Em alguns municípios produtores, tais como Cacoal, Nova Brasilândia e Alta Floresta ocorreram avanços tecnológicos consideráveis, com a seleção de mudas clonais adaptadas ao clima e solo da região e adoção de técnicas modernas de manejo. Seguindo a tendência brasileira, a alta produção do estado não favoreceu a exportação de cafés especiais que possuem preço e qualidade superior ao café commodity. Segundo Alves et al. (2011), houve melhoria na qualidade dos cafés produzidos em outros países, e um aumento na demanda de cafés especiais de bebida superior nos países importadores. A combinação do tipo e a qualidade da bebida estabelecem o preço pelo qual o café será comercializado (AFONSO JÚNIOR et al., 2003).

Embora o café seja fonte de renda para 22.000 agricultores rondonienses, (CONAB, 2016) estado há uma pequena valorização da qualidade do café produzido, por esse motivo muitos agricultores realizam a colheita de café ainda verde ou com baixos investimentos nas atividades pós-colheita. Mais recentemente ações voltadas para o reconhecimento da qualidade tem motivado a busca por café de aroma e sabor característico da região. Segundo Alves et al. (2011) e Ferrão et al. (2008) existe uma tendência entre os países importadores de *C.canephora* na exigência por qualidade. É necessário que o Brasil atenda essa demanda, por cafés de qualidade para se manter no mercado exportador.

2.2 *Coffea canephora*

2.2.1 Origem e taxonomia

O centro de origem do cafeeiro é da região tropical central da África (AGUIAR, 2001). Pertence à família Rubiaceae, subfamília Ixoroideae, tribo Coffeae DC. e compreende os gêneros *Coffea* L. e *Psilanthus* Hook.f. Estes gêneros agrupam 124 espécies de acordo com a atualização mais recente, que se distribui pelas regiões tropicais do mundo (DAVIS et al., 2011). Desse conjunto duas espécies são utilizadas de maneira significativa o *Coffea arabica* Linnaeu de origem do sudoeste da Etiópia, sudeste do Sudão e norte do Quênia (CARVALHO, 2008), representa cerca de 70 % da produção mundial e o *Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner, de origem nas regiões equatoriais de baixa altitude e úmida da bacia do Rio Congo, possui ampla distribuição geográfica, ocorrendo em uma faixa ocidental e central tropical e subtropical do continente africano, da República do Guiné e Libéria ao Sudão e Uganda, com elevada concentração de tipos na República do Congo, é responsável por aproximadamente 30% da produção mundial (FERRÃO et al., 2007; FAZUOLI et al., 1986).

A primeira descrição botânica do cafeeiro foi realizada pelo botânico europeu Leonardo Rauwolf, seguido por Prospero Alpini que em sua viagem ao Egito publicou em 1591, referências ao café nomeado ‘Bon’. Quase um século depois Gaspar Commelin e em seguida Boerhave referem-se ao cafeeiro como uma espécie de jasmim. Em julho de 1714, Antoine de Jussieu descreve o café como o nome de *Jasminum arabicum*. Em 1735, Linneu propõe o gênero *Coffea* e em 1737 descreveu a primeira espécie de café, dando o nome de *Coffea arabica* Linnaeu, (CARVALHO; KRUG, 1946).

Em 1895, o botânico Louis Pierre, descreveu a *Coffea canephora* Pierre, utilizando o material genético de um herbário. O botânico Albrecht Froehner, em 1897, realizou um trabalho de revisão do gênero *Coffea*, no qual classificou e renomeou a espécie para *Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner, classificação utilizada atualmente (DAVIS et al., 2006; FERRÃO et al., 2007).

A diversidade das espécies do gênero *Coffea* é imensa, suas espécies são divididas através da diferentes origem geográfica e mais precisamente por análises fenotípicas, isoenzimáticas e moleculares as quais permitiram dividir a espécie *C. canephora* em diversas variedades botânicas, como: “Kouilou” chamada no Brasil de Conilon, “Robusta”, “Sankutu”, “Bakaba”, “Niaculi”, “Uganda”, “Maclaud”, “Laurentti”, “Petit”, “Indénié”, “Nana”, “Polusperma” e “Oka”, essas variedades botânicas são classificadas em dois grandes grupos de acordo com seus centros de diversidade (CUBRY et al., 2013; FERRÃO et al., 2007). O primeiro grupo, chamado de Guineano, compreende os

genótipos da região oeste africana e apresentam folhas menores, menor vigor e porte, frutos pequenos, bebida de qualidade inferior, tolerância à seca e são susceptíveis a ferrugem (*H. vastatrix*). Cubry et al. (2013) aponta estudos que este grupo é estruturado em subpopulações. O segundo grupo é denominado de Congolês e o centro de diversidade é a região central da África. Este grupo é estruturado em cinco subgrupos, denominados de: SG1, SG2, B, C e, mais recentemente, um grupo de acessos selvagens foi chamado de UW (Tabela 1) (MUSOLI et al., 2009).

Tabela 1: Divisão do grupo congolês, em subgrupos e os respectivos genótipos

Grupo	Subgrupos	Genótipos
Congolês	SG1	Conilon
	SG2,	Robusta
	B	Robusta
	C	Robusta
	UW	Acessos selvagens

Adaptado: Ferrão et al., 2007a; Souza, 2011.

O grupo Congolês possui as duas variedades com produção comercial em grande escala: os genótipos chamados de Kouillous, conhecido no Brasil como Conilon, pertencentes ao subgrupo SG1 é produzido em larga escala nos estados do Espírito Santo, Rondônia e Bahia (SOUZA, 2011).

Os subgrupos SG2, B e C compreendem os genótipos do tipo Robusta, que são plantas mais altas, vigorosas, de folhas e frutos maiores, resistentes à ferrugem e com maior sensibilidade à seca. No processo de domesticação da espécie, o grupo Guineano ficou restrito ao seu local de origem, enquanto que o grupo Congolês foi disseminado para outros países e progressivamente melhorado nos países produtores (FERRÃO et al., 2007; SOUZA et al., 2013).

2.2.2 Floração e reprodução

2.2.2 Floração e reprodução

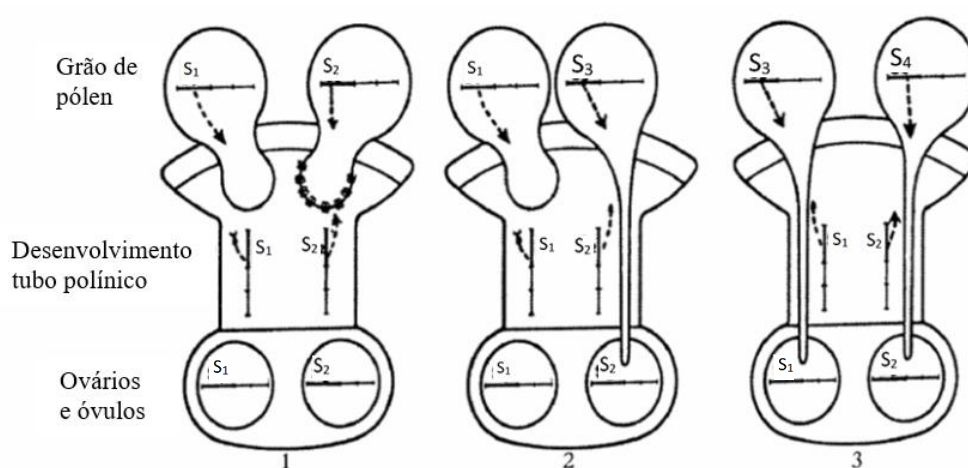
O *C. canephora* é um arbusto multicaule, apresentando folhas grandes, bem onduladas, com coloração verde mais claro, frutos esféricos pequenos e alto teor de cafeína. Citologicamente é uma espécie diplóide ($2n= 22$ cromossomos), alógama e autoincompatível, com florescimento sincronizado (gregária) de forma que a reprodução ocorre por intermédio da fecundação cruzada (FERRÃO et al., 2009), ou seja, para planta frutificar é necessário que uma planta próxima a ela atue como progenitor masculino. Devido

a esta característica, mudas produzidas por sementes podem não reproduzir necessariamente as características da planta-matriz, fazendo com que tenha uma heterogeneidade na lavoura (FERRÃO et al., 2007), a qual dependendo dos tratos culturais nem sempre é desejável.

Devido ao florescimento de forma gregária, todas as plantas individuais de uma certa extensão geográfica florescem simultaneamente, de forma uniforme gerando uma boa colheita, o que gera lucro e qualidade fisiológica do grão. Durante o ano agrícola o *C.canephora* pode apresentar aproximadamente 3 florações, há depender das condições climáticas, da variabilidade genética e do manejo de irrigação, podendo ocorrer uma variação de maturação inclusive dentro da mesma florada (RENA; MAESTRI, 1987; DUBBERSTEIN et al., 2016).

As inflorescências (glomérulos) são formadas a partir da gemas seriadas (sendo um glomérulo por cada gema), a floração depende do crescimento dos ramos plagiotrópicos e pode ser dividida em 4 fases: iniciação, diferenciação período de dormência do botão floral e abertura da flor, entretanto o botão floral fica dormente até geralmente a primeira chuva, período necessário para a uniformização da florada, pois o período de seca antes da abertura da flor pode contribuir para a maturação mais concentrada e antecipada dos botões florais de café (MELO; SOUSA 2011), com a abertura das flores essas se tornam aptas para a polinização.

Figura 1: Ilustração da autoincompatibilidade do tipo gametofítica.



- 1- Incompatibilidade genética total (0% de fecundação)
- 2- Incompatibilidade genética parcial (50% de fecundação)
- 3- Compatibilidade genética (100% de fecundação) (FERRÃO et al., 2007).

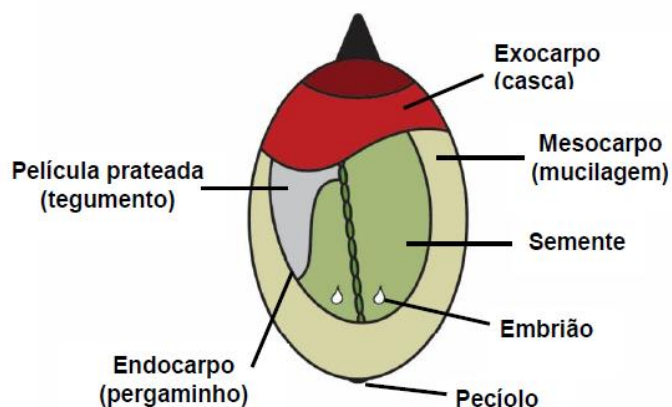
O *Coffea canephora* apresenta autoincompatibilidade do tipo gametofítica, a qual facilita a ocorrência de alogamia em populações dessa espécie, colaborando para a variabilidade genética. A incompatibilidade é uma reação que ocorre entre o tubo polínico

e o grão de pólen, que não deve compartilhar o mesmo alelo da planta receptora (LASHERMES et al., 1996; NOWAK et al., 2011). A expressão é da autoincompatibilidade é conduzida por um único gene, definido como genes S. É ligada aos alelos S1, S2, S3 e S4 (CONAGIN; MENDES, 1961; BERTHAUD, 1980). A Figura 1 ilustra distintas formas de crescimentos do tubo polínico, de acordo com o grau de parentesco entre os genitores nos cruzamentos, facilitando o entendimento do processo. A reação de autoincompatibilidade está relacionada com a parada no desenvolvimento do tubo polínico ao longo do estilete, que possui o mesmo alelo do pólen. A paralisação no crescimento do tubo polínico deve-se a ação de ribonucleases que degradam o RNA ribossômico impedindo o crescimento do tubo polínico (CASTRIC; VEKEMANS, 2004).

2.3 O FRUTO DO CAFEIEIRO

O fruto do cafeeiro é uma drupa com duas lojas de polinização independente as quais originam duas sementes (CASTRO; MARRACCINI, 2006). O fruto desenvolvido do cafeeiro é dividido em exocarpo, mesocarpo e endocarpo, que juntos formam o pericarpo. A semente é recoberta pelo pericarpo (Figura 2).

Figura 2. Esquema da estrutura do fruto de cafeeiro.



Fonte: Corrêa et al. (2015) adaptado de Sousa e Silva et al. (2013).

O exocarpo (ou casca) é o tecido mais externo do fruto, os fruto de *C.canephora* tem uma coloração vermelha, amarela e alaranjada devido a presença de antocianina (vermelho) e luteolina, responsável pela coloração amarelada, quando maduros e verde durante a fase de maturação (SALAZAR et al., 2012). As células do exocarpo são estreitas

e muito juntas entre si, de paredes delgadas, com presença de estômatos entre elas, sendo uma camada fina (FAZUOLI, 1986).

O mesocarpo é a camada intermediária entre o exocarpo e o endocarpo e provém do mesófilo carpelar (VIDAL; VIDAL, 1995). No *C.canephora* o mesocarpo é pouco aquoso, tendo pouca mucilagem (SOUZA et al., 2004). No *C.arabica* o mesocarpo é carnoso, rico em mucilagem (açúcares e pectinas), sendo muitas vezes tratado apenas como mucilagem em virtude do alto teor deste componente. É uma região extensa formada por mais de 20 camadas de células parenquimatosas, grandes, frequentemente encerrando um conteúdo de cor escura, que é considerado um material tanóide. Ele pode representar entre 22% e 31% da massa do fruto seco (ZULUAGA, 1990).

O endocarpo (ou pergaminho) é a estrutura mais interna do pericarpo, sendo responsável por aproximadamente 3,8% da massa do fruto seco (BORÉM et al., 2008) e bastante delgado (SOUZA et al., 2004), tendo de cinco a sete camadas de células menores, constituindo um envoltório para as sementes, o qual irá constituir no fruto maduro o pergaminho da semente (DEDECCA, 1957). Este componente baseia-se principalmente de celulose (50%), hemicelulose (20%) e lignina (20%) (CORRÊA et al., 2015).

As sementes apresentam tamanho variável, com película prateada (pericarpo) bem aderente, endosperma de cor verde com elevado teor de cafeína e de sólidos solúveis e o embrião (FAZUOLI, 1986). A manutenção do tegumento (película prateada) no processo de torrefação resulta nos com grãos de coloração caramelo os chamados “fox beans”, populares em algumas regiões, mas sua presença pode acarretar perda de qualidade com relação aos grãos imaturos devido que quando têm a película prateada, os mesmos adquirem uma coloração mais clara, além de conferir adstringência à bebida (CORRÊA et al., 2015).

A composição do endosperma (tecido de reserva) é de grande valia, pois apresenta a maior parte dos compostos responsáveis pelo sabor e aroma na bebida, suas paredes são constituídas principalmente (cerca de 85%) de hemiceluloses. Paredes secundárias diferem das primárias por conterem uma porcentagem mais alta de celulose, por terem hemiceluloses diferentes e porque a lignina substitui as pectinas na matriz. Podem também se tornar altamente espessadas, ornamentadas e incrustadas com proteínas estruturais especializadas (CARPITA, 1996; CARPITA; MCCANN, 2000). O endosperma possui frações solúveis e insolúveis em água, apresentando importantes componentes, tais como a cafeína, ácidos, proteínas, minerais, além de lipídeos (CORRÊA et al., 2015). O embrião encontra-se inserido no endosperma, o qual é responsável pela nutrição do embrião, a origem do embrião ocorre, quando um grão de pólen, ao atingir o estigma de uma flor da mesma espécie é estimulado a

se desenvolver por substâncias indutoras presentes no estigma. O pólen forma um longo tubo, o tubo polínico que cresce pistilo a dentro até atingir o óvulo. Este possui um pequeno orifício nos tegumentos, denominada micrópila, por onde o tubo polínico penetra. Pelo interior do tubo polínico deslocam-se duas células haploides, os núcleos espermáticos, que são gametas os masculinos. No interior do óvulo há uma célula haploide, a oosfera, que corresponde ao gameta feminino. A oosfera situa-se em posição estratégica dentro do óvulo, bem junto a pequena abertura denominada micrópila. O tubo polínico atinge exatamente a micrópila ovular e um dos dois núcleos espermáticos do pólen fecunda a oosfera, originando o zigoto, que dará origem ao embrião (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Pecíolo é uma estrutura de onde as folhas crescem (WINTGENS, 2009). Segundo a definição botânica do dicionário de Aulete (1881) é o segmento da folha que a prende ao ramo ou tronco, diretamente ou através de uma bainha; é geralmente cilíndrico e frequentemente canaliculado (pequeno), mas pode apresentar forma e comprimento muito variado ou ser ausente. Cao et al. (2014), avaliou 95 folhas maduras de 19 árvores de *C.canephora* obtendo uma média de 12 mm de comprimento do pecíolo.

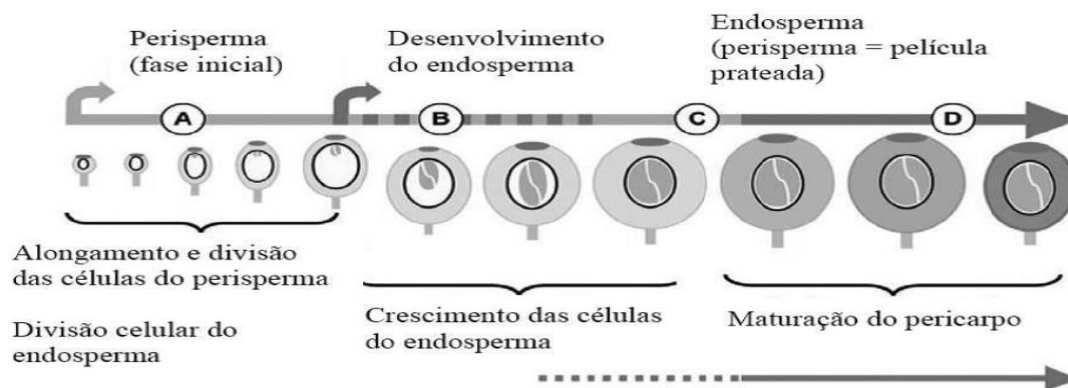
2.3.1 Desenvolvimento do fruto

Uma importante característica das plantas de café é o ciclo de maturação dos frutos que compreende, ao período entre a antese (momento de maturação de uma flor) e a maturação completa dos frutos (AGUIAR, 2001) sendo uma característica poligênica (dominada por mais de um gene). Segundo Cannell (1985) o desenvolvimento do fruto de café canéfora requer de nove a onze meses, para seu completo amadurecimento.

Pezzopane et al. (2003) descreve a maturação dos frutos, caracterizando as fases de expansão rápida até atingir seu máximo crescimento, formação do endosperma, passando para fase de grão verde, onde ocorre a granação dos frutos, passando para o próximo estágio: o verde cana ou verdoengo que é o mais curto que os demais e indica o início da maturação dos frutos, evoluindo até o estágio “cereja”, onde é possível diferenciar as cultivares pela coloração do fruto maduro, último estágio é o fruto seco.

A maioria das lavouras de *C.canephora* são formadas por cultivares clonais. Os clones que formam essas cultivares se distinguem, entre outras características, pela época de maturação dos frutos, sendo os clones com o mesmo ciclo de maturação plantados em linhas para facilitar os tratamentos culturais e a colheita. Em campo e de maneira prática a época de maturação que são próximas umas das outras pode ser classificada em: precoces, intermediários e tardios (BRAGANÇA et al., 2001).

Figura 3: Esquema gráfico das alterações que ocorrem nos tecidos durante a formação do fruto do cafeeiro. Ovário antes da antese (A), fruto imaturo: 90 dias após a floração (DAF) (B), entre 120 e 150 DAF (C), entre 230 e 240 DAF (D). O esquema corresponde ao desenvolvimento de frutos de cafeeiros *Coffea arabica* Acaiá Cerrado MG-1474



Fonte: Corrêa et al. (2015) e De Castro e Marraccini (2006).

As alterações nos tecidos durante a formação do fruto são acompanhadas pelo ciclo celular e de organogênese. O desenvolvimento da semente mostrado na figura 3, está dividido, conforme os eventos fisiológicos, tendo como referência o número de dias após a fecundação (DAF), o tamanho e a cor do fruto. Observa-se as fases de diferenciação dos tecidos e maturação da semente, a diferenciação e organogênese do tecido, desenvolvimento do embrião de forma nucelar e a endospermogênese.

Fisiologicamente a maturação dos frutos do cafeeiro é caracterizada pela síntese de etileno, aumento da atividade respiratória, degradação da clorofila, metabolismo de açúcares e ácidos, e síntese de pigmentos responsáveis pela alteração da coloração observada na casca dos frutos, a formação de aroma e de metabólitos secundários (CASTRO et al., 2005; CORRÊA et al., 2015).

Pereira et al. (2005) observaram que nos frutos verde cana há um rápido crescimento na produção de etileno, após o final da formação do endosperma, que decresce nos frutos cereja, o que indica uma fase climatérica, ou seja, frutos cujo a maturação é acompanhada por um aumento na respiração e na produção de açúcares totais, redutores e não redutores de etileno (MONDAL et al., 2004; PEREIRA et al., 2005).

Com o aumento da ação do etileno e aumento da respiração, ocorre um aumento da ação de enzimas, que degradam clorofila e aceleração da senescência. O metabolismo dos açúcares e ácidos orgânicos são ativadas no vacúolo (organela que pode ocupar mais de 80% do volume de células maduras), nesta fase se mantém em equilíbrio osmótico

com o citoplasma com quantidades de solutos. Nos vacúolos também são encontradas substâncias responsáveis pela coloração, as antocianinas responsáveis pela coloração avermelhada do fruto de café maduro (CALBO et al., 2007).

2.3.2 Morfologia dos frutos

Os frutos de *C.canephora* tem uma coloração vermelha, amarela e alaranjada, quando maduros, e exocarpo mais fino e, as sementes apresentam tamanho variável, com película prateada bem aderente, endosperma de cor verde e elevado teor de cafeína e de sólidos solúveis (FAZUOLI, 1986).

A coloração do fruto é distintas conforme sua fase de amadurecimento, após a polinização e a consequente fecundação das flores do cafeeiro, tem início a formação dos frutos, fase denominada “chumbinho”, apresentando uma coloração esverdeada, posteriormente a fase de grão verde, no início a maturação fisiológica dos frutos caracterizada pela tonalidade “verde cana” exibida pelos frutos, passando da coloração verde para amarelo, evoluindo até o ponto de café maduro com a coloração vermelho-cereja, e quando começa a desidratação natural dos frutos maduros a fase chamada de “café passa” o fruto tem uma coloração preta que permanece até atingir o ponto de “café seco” (MARCOLAN et al.,2009). Corrêa et al. (2015) explica que a alteração da cor da casca dos frutos ocorre durante a maturação há aumento da atividade respiratória, síntese de etileno, metabolismo de açúcares e ácidos, degradação da clorofila e a síntese de pigmentos responsáveis pelas mudanças de coloração dos frutos.

Os frutos do gênero *Coffea* apresentam formas diversas podendo ser encontrado formatos, arredondados, obovados quando a ápice mais largo que a base, ovais, elípticos ou oblongos quando o comprimento com largura variável entre as espécies (ANTHONY; DUSSERT, 1996).

O tamanho do fruto também é fortemente influenciado pelas condições climáticas, visto que em condições adequadas de umidade ocorre a maior expansão dos frutos, que traduz em seu maior tamanho e melhor tipo (REZENDE et al., 2007b).

Os frutos podem apresentar tamanho variando de pequeno a grande, com formato arredondado ou comprido e de cor, vermelho claro a intenso, sendo a cor amarela muito rara. O exocarpo é fino com ou sem protuberância, o mesocarpo pouco aquoso, com pouca mucilagem e o endocarpo bastante delgado (SOUZA et al., 2004; FAZUOLI, 1986).

Cada espécie tem sua peculiaridade, o fruto do *C.arabica* pode ser definido como uma drupa de formato ovóide (CAVALARI, 2004). No *C.canephora* os seus frutos são em geral vermelhos e esféricos (FERREIRA et al., 2005).

2.3.3 Frutificação e ciclo de maturação dos frutos

Após a abertura das flores, inicia-se a fase da frutificação, na qual ocorre o pegamento, o desenvolvimento e a maturação dos frutos. Rena et al. (2001) descreve cinco estádios de desenvolvimento dos frutos do cafeeiro: chumbinho, expansão rápida, crescimento suspenso, granação e maturação. Durante o estágio chumbinho, inicia-se a formação de importantes tecidos, tais, como o perisperma, os integumentos e o embrião, que vai se desenvolver em forma de endosperma no interior da semente (DE CASTRO; MARRACCINI, 2006). Para identificação dos estádios de maturação dos frutos do café Conilon, pode-se utilizar uma escala visual, para avaliação da cor da casca, para separá-los em cinco classes distintas: verde, verde amarelo, vermelho claro, vermelho escuro e fruto preto. A escala pode ser usada para avaliação quantitativa e qualitativa da maturação dos frutos (RONCHI; DAMATTA, 2007).

Partelli et al. (2014) observaram que durante o desenvolvimento dos frutos de *Coffea canephora*, as diferentes fases ocorrem, em épocas e com durações diferentes, variando conforme o ciclo de maturação de cada material. Estudo realizado por Bragança et al. (2001) afirmam que o ciclo reprodutivo é diferenciado entre as diferentes variedades clonais. Sendo que cada estágio de formação possui funções fisiológicas e metabólicas próprias, essenciais à formação final da semente de café (LAVIOLA et al., 2007).

O período entre a floração e o amadurecimento dos frutos é denominado de ciclo de maturação, o qual pode variar de acordo com o genótipo e com as condições climáticas (PEZZOPANE et al., 2003; PETEK et al., 2009).

O ciclo de maturação do fruto, pode favorecer procedimentos de colheita e beneficiamento do café (BARDIN-CAMPAROTTO et al., 2012), Budzinski et al. (2011) ressaltam a importância dessa característica na qualidade dos frutos.

O ciclo fenológico dos cafeeiros apresenta uma sucessão de fases vegetativas e reprodutivas que ocorrem em aproximadamente dois anos. A fase reprodutiva se caracteriza pelo desenvolvimento das gemas axilares em gemas reprodutivas (CUNHA; VOLPE, 2011; PARTELLI et al., 2014). Após a fecundação e queda das flores inicia-se a fase da frutificação, que se caracteriza por uma fase inicial de aparente dormência, com intensa atividade celular. Em fase seguinte, os frutos passam por um período de expansão celular com alta demanda hídrica, em que os frutos se desenvolvem rapidamente aumentando em volume e massa seca (PEZZOPANE et al., 2003; REZENDE et al., 2007b).

Durante o ciclo de maturação, ocorrem várias fases de desenvolvimento dos frutos que apresentam diferentes taxas de matéria seca e de nutrientes no fruto (LAVIOLA et

al.,2007). O período de formação dos frutos ocorre simultaneamente com o período de maior crescimento vegetativo com alta demanda de nutrientes (PARTELLI et al., 2010). Neste sentido, é possível que o pico de exigência nutricional em lavouras cafeeiras seja diferenciado, sendo mais precoce ou tardio. O ciclo fenológico do cafeeiro apresenta duas fases, distintas que ocorrem simultaneamente: a fase vegetativa e a fase reprodutiva (bienalidade). Segundo Camargo e Camargo (2001), o primeiro ano fenológico, avaliado como período vegetativo, o segundo ano é o período reprodutivo. O segundo ano fenológico, é o reprodutivo iniciando com a abertura das flores seguindo pelo período de frutificação do café, no qual ocorre o pegamento, desenvolvimento e maturação dos grãos (CAMARGO; CAMARGO, 2001; RONCHI; DAMATTA, 2007).

Bragança et al. (2001) dividiu a época de maturação conforme os números de dias, sendo 238 dias clones precoces, 287 dias as intermediárias e 315 dias as tardias. De maneira geral o *C.canephora* pode apresentar plantas de ciclo de maturação: precoce (240 dias), intermediárias (270 dias), tardias (300 dias) e extremamente tardias (330 dias) (VENEZIANO, 1993; MARCOLAN et al., 2009).

Dubberstein et al. (2016) caracterizou genótipos propagados vegetativamente (clones) com ciclo de maturação de aproximadamente 300 dias. Em campo, de maneira prática, os clones que amadurecem nos meses de abril, maio e junho são denominados respectivamente clones de ciclo precoce, intermediário e tardio. Ferrão et al. (2008) caracterizaram genótipos que apresentaram maturação de frutos nos meses de março e de julho, denominando de super precoce e super tardio respectivamente. Souza et al. (2004) observaram que em Rondônia, as plantas mais precoces são colhidas em meados de março e as mais tardias até julho, e que podem apresentar ciclo de maturação, precoces, intermediárias e tardias.

2.4 PARÂMETROS GENÉTICOS E COMPONENTES GENÉTICOS

O termo parâmetro é utilizado para designar as constantes características de uma população, através da média e da variância (MORAIS et al., 1997). As características genéticas a serem melhoradas em uma espécie agrícola, podem ser de dois tipos: caracteres qualitativos ou caracteres quantitativos. A relevância da genética quantitativa para o melhoramento de plantas deve se a manipulação de caracteres quantitativos através de endogamia, cruzamento e ou seleção, com o objetivo de identificar, acumular e perpetuar genes favoráveis. A obtenção de estimativas de parâmetros genéticos permite identificar a natureza da ação dos genes envolvidos no controle dos caracteres quantitativos e avaliar a eficiência de diferentes estratégias de melhoramento para

obtenção de ganhos genéticos e manutenção de uma base genética adequada (CRUZ; CARNEIRO, 2006).

Os objetivos para estimação dos parâmetros genéticos é prever o ganho com estratégias alternativas para o melhoramento genético e ter a capacidade de escolher a melhor estratégia aplicável à população em estudo (ROBINSON; COCKERHAM, 1965). Os parâmetros genéticos são definidos pelos componentes de variância, nas diversas populações, ou seja, são válidas para a população, da qual o material experimental constitui algum tipo de amostra, e para as condições de ambientes em que o estudo foi conduzido (FALCONER 1987; MORAIS et al., 1997).

Estudando a variação de uma população estamos estudando o seu parcelamento em componentes atribuídos a diferentes causas. A magnitude relativa destes componentes determina as propriedades genéticas da população, e, especialmente, o grau de semelhança entre parentes. A quantidade de variação é medida e expressa como variância, quando os valores forem expressos como desvios da média da população, a variância será meramente a média dos quadrados dos valores, exemplo: a variância genotípica e o valores genótipos e a variância ocasionada pelo ambiente é a variância dos desvios atribuídos ao ambiente, sendo a variância total a fenotípica ou a dos valores fenotípicos os componentes no qual a variância é parcelada, são relativos aos valores descritos no último (FALCONER 1987). Três tipos de parâmetros genéticos são destaque no melhoramento: herdabilidade (h^2), repetibilidade (R) e correlação genética (r). A herdabilidade e a repetibilidade referem-se à determinados caracteres quantitativos. A correlação refere-se a dois caracteres quantitativos simultaneamente (RESENDE et al., 2001). A mais importante função da herdabilidade no estudo genético do caráter métrico é o seu papel preditivo expressando a confiança do valor fenotípico como um guia para o valor genético, ou o grau de correspondência entre o valor fenotípico e o valor genético (FALCONER, 1987). Resende et al. (2001) explica que a herdabilidade tanto é uma propriedade de um caráter quanto é uma propriedade de uma população, podendo ser modificada pelas circunstâncias de ambiente às quais os indivíduos estão inseridos. É um parâmetro genético que depende da magnitude de todos os componentes da variância, ou seja, se houver modificação em qualquer um deles afetará o valor da herdabilidade. Portanto, os componentes da variância, as herdabilidades e, ainda, as acurácias são imprescindíveis na determinação dos métodos mais eficientes de seleção a serem utilizados nos programas de melhoramento.

O cafeeiro é uma planta perene, com particularidades agronômicas segundo Resende et al. (2001) para determinação dos parâmetros genéticos em espécies de Coffee

são necessários métodos especiais de estimação de parâmetros genéticos e de predição de valores genéticos, não podendo ser utilizado somente a estimação com base em análise da variância para a análise de dados no melhoramento do cafeeiro, esse mesmo autor recomenda um procedimento analítico padrão utilizados em estudos em genética quantitativa e também para a prática da seleção em plantas perenes é o REML/BLUP, ou seja, a estimação de componentes da variância por máxima verossimilhança restrita (REML) e a predição de valores genéticos pela melhor predição linear não viciada (BLUP).

2.5 COLHEITA

Ao se aproximar da época da colheita, deve-se ficar atento aos cuidados com os frutos, tendo em vista o tratamento pós colheita e a qualidade final do produto, sendo que os frutos devem ser colhidos após seu amadurecimento (FONSECA et al., 2007), Marcolan et al. (2009) indicam que a colheita do café deve ser realizada quando 80% do cafezal estiver maduro (MARCOLAN, 2009).

Os frutos de *C.canephora* possuem uma vantagem na colheita quando comparados aos frutos do *C.arabica*, devido aos seus frutos serem fortemente aderidos ao ramo, eles não caem facilmente quando maduros, essa característica auxilia na realização da colheita selecionada, a qual objetiva a colheita de somente frutos maduros (FONSECA et al.,2007). Alves et al. (2015) ressaltam que este tipo de colheita é oneroso, ao agricultor devido a necessidade de grande quantidade de mão de obra.

Frutos verdes, imaturos, não apresentam o acúmulo máximo de matéria seca, e se caracterizam pelo gosto desagradável ao paladar devido a falta de equilíbrio entre os seus componentes (FONSECA et al., 2007). Souza et al. (2005) afirmam que quando colhido 50% ou mais de frutos verdes, a produção do *C.canephora* se torna inadequada ao consumo com mais de 360 defeitos.

Os prejuízos causados pela colheita de café verde refletem na classificação por tipo, no peso de grão, no rendimento de colheita, no desgaste da planta, na qualidade da bebida e no valor do produto. Bartholo e Guimarães (1997) indicam uma percentagem de até 5%, de frutos verdes na planta, é tolerável para fabricação de bebidas enquanto quantidades de até 20%, acarreta em prejuízos na qualidade da mesma. As propriedades organolépticas e químicas são os atributos que são avaliados para classificação da qualidade do café e são dependentes da eficiência do pré-processamento, ao qual o produto é submetido, sendo o método de secagem utilizado a operação que exerce mais influência (LACERDA FILHO et al.,2006).

2.6 PÓS COLHEITA

Após a colheita do café deve-se realizar a secagem do fruto, evitando assim sua fermentação (ORMOND,1999). Após a secagem os frutos passam por um processo de limpeza, separando impurezas (folhas, paus, pedras, terra) e frutos verdes (BÁRTHOLO et al., 1989). A operação seguinte consiste no descascamento do café e sua secagem (BORÉM, 2008).

A secagem pode ser realizada por duas formas: via seca (frutos inteiros) e via úmida onde os frutos são descascados (remoção do epicarpo) e despulpados (remoção do mesocarpo do fruto por completo). A próxima etapa é o início da fermentação que pode durar de 10 a 20 horas, variando conforme o método, os fatores que regulam esse processo são: a) qualidade de água; b) temperatura ambiente; c) estágio de maturação dos frutos; d) teor de água dos frutos; e) grau de higienização dos tanques de fermentação (MATOS; MAGALHÃES; FUKUNAGA, 2006; SILVA; MORERI; JOAQUIM, 2015).

O processamento por via seca é o método mais usado no Brasil, dele se origina o café natural conhecido igualmente por café coco ou de terreiro, ou seja, é o grão que não teve a casca retirada durante o beneficiamento. O processo de secagem é uma etapa fundamental para evitar o ataque de microrganismos e de fermentações que irão comprometer a qualidade do café (ALVES et al., 2013). Segundo Borém et al. (2008), a etapa de secagem é importante tanto sob o aspecto de consumo de energia como na influência que essa operação tem sobre a qualidade final do produto.

Após a secagem, surgem duas modalidades de café a armazenar, o café coco quando o preparo realizado foi por via seca, e o café revestido pelo pergaminho (endocarpo) quando a secagem foi por via úmida (LIMA et al., 2016) preparando assim o café para a próxima etapa e o beneficiamento, que têm como finalidade eliminar a casca e separar os grãos transformando o fruto seco (natural ou pergaminho) em grãos beneficiados ou verdes (SILVA, 1995).

O armazenamento do café tem como objetivo manter a qualidade do produto, garantindo assim a qualidade da bebida do café, haja vista que características como o aroma e sabor presentes no grão cru, é determinado por fatores genéticos, ambientais e tecnológicos envolvidos nos processos de produção colheita, método de secagem, colheita e processamento (BORÉM et al., 2011).

2.7 FATORES DETERMINANTES PARA QUALIDADE DO CAFÉ

A qualidade de bebida do café é determinada especialmente pelo sabor e aroma desenvolvidos durante a torração a partir de precursores presentes no grão cru,

influenciado por inúmeros fatores tais como genético, ambientais e tecnológicos e suas interações. Fatores como o solo, altitude, face de exposição, cultivar, manejo, maturação, processamento, secagem, beneficiamento, armazenamento e terra interação entre si e afetam a qualidade do café em diferentes intensidades (GIOMO; BOREM, 2011).

As principais diferenças de sabor entre os genótipos de Coffee arabica são devido às diferenças na constituição genética das plantas (VACARELLI; MEDINA FILHO, 2006), predomina a manifestação de precursores de sabor e aroma distintos entre diferentes genótipos (GIOMO; BOREM, 2011).

O clima é importante durante todas as fases fenológicas do cafeeiro, exerce grande influência em sua produtividade, qualidade de bebida e incidência de pragas e doenças (SILVA; MORELI; SIQUEIRA, 2015). O estado nutricional do cafeeiro segundo Farnezi et al. (2010) influencia na qualidade da bebida, havendo uma existência de uma interação da produtividade e a qualidade da bebida de café com o estado nutricional do cafeeiro, de forma que o aumento do equilíbrio nutricional (redução do IBN) ocorre com aumento da produtividade e da qualidade da bebida. Silva et al., (2003) afirmam que o balanço nutricional mostrou-se mais promissor em melhorar a produtividade do que a qualidade da bebida, o que foi atribuído ao grande número de processos que afetam a qualidade do café.

Salla (2009) pesquisou a influência de forma de processamento, genótipo e ambiente de produção na qualidade de bebida, a maioria dos genótipos e cultivares variou em função do ambiente e da forma de processamento, porém algumas cultivares apresentaram uma qualidade superior de bebida em todos os ambientes e em qualquer forma de processamento, indicando alta estabilidade genética, na manifestação dos sabores e aromas distintos.

Em resultados de análises sensoriais de cafés cultivados em diferentes altitudes na região de Patrocínio, no estado de Minas Gerais, foi demonstrado que a altitude exerce grande influência sobre a qualidade da bebida do café, através do aumento da acidez (ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO CAFÉ - OIC, 1991). Cortez, (1997) ressalva que em regiões de clima quente e/ou úmido, no período da colheita, o ciclo de maturação é mais curto, os frutos passam rapidamente do estágio cereja para a passa e há grande risco da fermentação inicial dos frutos (acética e láctica) evoluir rapidamente para as fases seguintes (propionica e butirica), prejudicando a qualidade do café.

2.8 UTILIZAÇÃO DO *C.canephora* NA PREPARAÇÃO DE BEBIDAS

O café torrado ou café solúvel são utilizados para o preparo da bebida, os quais se originam da industrialização de grãos de café beneficiados, também conhecido como café cru (MATIELLO et al., 2010). Diversas etapas são realizadas para possibilitar o preparo de uma bebida saborosa de café, desde da escolha da variedade a implantação e manejo do cafezal, colheita, armazenamento e beneficiamento dos grãos (REZENDE et al., 2007a; MATIELLO et al., 2002).

As bebidas originárias das espécies *Coffea arabica* e *Coffea canephora* possuem atributos distintos que caracterizam a espécie. O *Coffea arabica* produz uma bebida muito apreciada no mercado mundial, tendo uma alta demanda e valor econômico (MALTA et al., 2008). Segundo Mendonça et al. (2005) esse fato é devido ao *C. arabica* apresentar um equilíbrio entre os compostos químicos desejáveis, de acordo com o padrão de qualidade de café.

O café que chega ao consumidor, é resultado de diversas etapas distintas da produção agrícola, passando de fruto quando é recém colhido a um grão após passar pelo beneficiamento sendo assim diferenciado dos demais grãos cultivados em larga escala, por apresentar certas especialidades, tais como elevado teor de água, aproximadamente 60% (bu) e desuniformidade em relação à maturação (RESENDE et al., 2009). Para a

28

qualidade final do produto é importante conhecer tanto o desenvolvimento do fruto quanto a classificação do grão.

A espécie *C. canephora* produz uma bebida com alto teor de cafeína e ácida, devido à grande quantidade de sólidos solúveis (MOURA et al., 2007), fato que também resulta no gosto mais pronunciado da sua bebida (NASCIMENTO et al., 2007). O *C.canephora* se caracteriza pela sua maior produtividade, resistência a doenças e maior rendimento após o processo de torração é maior em comparação com o *C.arabica*. Devido suas características sensoriais, neutralidade quanto à doçura e maior acidez, e seu aroma ser marcante é utilizado principalmente na produção de café solúvel e em blends na industrialização de cafés torrados e moídos, conferindo ao produto final expressiva capacidade de competição no mercado as misturas entre *C.arabica* tem sido realizada em função da maior disponibilidade dado e menor preço do *C.canephora* (RIBEIRO et al.,2014). Segundo Moura et al. (2007) a adição café canéfora ao café arábica aumenta o pH, a densidade, o teor de cafeína e o teor de sólidos solúveis, reduzindo a umidade, a acidez e a doçura da bebida.

Os blends podem ser realizados a partir de misturas de grãos de diferentes espécies do gênero *Coffea* (BRASIL, 2010) ou combinações somente de grãos de cafés arábica ou

de grãos cafés canéfora (SEGGES, 2001; REZENDE et al., 2007a). A finalidade da prática da combinação é obter o total potencial sensorial de cada café, de uma forma que ambos contribuam para as características organolépticas (sabores e aromas) do produto final (MAMEDE et al., 2010).

Para a elaboração dos blends é necessário conhecer tanto os atrativos sensoriais dos cafés, quais os tipos de características que atentam o mercado consumidor e também se há disponibilidade de ofertar sempre o mesmo produto (RIBEIRO et al., 2014).

2.10 QUALIDADE DA BEBIDA

O café resultante do processo de torração e moagem é matéria-prima para o preparo da bebida mais consumida no mundo depois da água, conhecida como café ou popularmente como “cafezinho” (ARRUDA et al., 2009), a qual faz parte da cultura brasileira sendo um hábito de tradição familiar além de ser uma bebida estimulante e apresentar um aroma marcante (CORRÊA et al., 2014).

Os procedimentos para medir a capacidade comercial da bebida do café e a sua qualidade são baseados, principalmente, no aspecto físico e na “prova de xícara”. Monteiro (2002), frisa que as características intrínsecas e preferências do consumidor brasileiro em relação à bebida café são pouco conhecidas pela indústria, entretanto Arruda et al. (2009) afirmam que este cenário tende a mudar na medida em que as indústrias e órgãos relacionados à produção e processamento do café estão demonstrando interesse ao comportamento e exigências do consumidor.

Segundo Dessie (2008), a qualidade da bebida do café, na sua definição mais prática, é a capacidade do produto de satisfazer a expectativa do consumidor, principalmente nos quesitos: boas características sensoriais (aroma, sabor, corpo, acidez, etc.); ausência de sabores (bolos, da terra, fermentado, química, etc.); segurança (ausência de contaminantes, como pesticidas, micotoxinas) e no aspecto ambiental (produto orgânico).

Conforme o Sunarharum et al. (2014), são necessários vários fatores para determinação da qualidade do café, entre os quais estão a variedade botânica, as condições topográficas e climáticas, adubação, poda, controle de pragas e doenças, colheita, armazenagem, preparação, exportação e transporte.

Leroy et al. (2006), explicam que o conceito de qualidade do café varia conforme o interesse do consumismo: para o produtor, a importância na qualidade do café está na combinação de nível de produção, preço e facilidade de tratamentos culturais; para o exportador ou importador a qualidade do café está ligada ao tamanho do grão, a falta de defeitos, a

regularidade da produção, a quantidade disponível, as características físicas e preço; para o torrador: a qualidade do café depende do teor de umidade, a estabilidade do características, origem, preço, compostos bioquímicos e qualidade organoléptica; o consumidor final visa um café de qualidade com o preço, gosto e sabor e teor de cafeína. Na avaliação da qualidade organoléptica (a cor, o brilho, a luz, o odor, a textura, o som e o sabor), é considerado o gosto dos consumidores finais e qual a finalidade do produto avaliado (WINTGENS, 2009; LEROY et al., 2006). Características organoléptica precisam ser estáveis, para serem classificadas, medição da qualidade organoléptica baseia-se na avaliação sensorial (LEROY et al., 2006). Assim, a avaliação de café qualidade organoléptica é um exercício extremamente exigente, o sabor obtido da bebida de café é o resultado de vários compostos aromáticos (mais de 800 no café torrado) (CLIFFORD, 2012), sendo distintos nas diferentes espécies *Coffea*.

Entre as décadas de 70 e 80, houve a criação do segmento de cafés especiais nos Estados Unidos, com a criação de uma empresa que tinha como objetivo estimular a produção e o consumo de cafés especiais (GIOMO; BOREM, 2011). O conceito do café especial está relacionado a preferência do consumidor por determinado gosto e aroma do café.

A demanda por cafés especiais tem crescido em todo o mundo, mesmo sendo mais caro do que o café convencional, os consumidores preferem comprar produtos de melhor qualidade, sendo as bebidas diferenciada no sabor, aroma, corpo e acidez (PEREIRA et al., 2007). Esses cafés possuem alto potencial para a expressão de aroma e sabor, não pode apresentar qualquer tipo de defeito e mesmo tendo um bom aspecto físico, se após a torra o café não for altamente aromático e agradável ao paladar deixará de ser especial.

2.10.1 Propriedades sensoriais

Uma das formas de se avaliar a qualidade dos grãos após o manejo e processamento é através da análise sensorial, que é uma ciência relativamente nova, criada na segunda metade do século XX, com o objetivo de padronizar os produtos produzidos (LAWLESS; HEYMANN, 2010). É definida como um método científico usado para medir, analisar e interpretar as respostas obtidas através dos sentidos da visão, olfato, tato, paladar e audição, pode ser empregada no desenvolvimento de novos produtos, reformulação de produtos já existentes e dentre outras aplicações, na identificação das preferências dos consumidores por determinados produtos ou aspectos dos produtos. Com esta técnica de análise, é possível avaliar as variações na condução da produção, após a colheita, em diferentes amostras e obter o grau de aceitação dos

consumidores com os aspectos encontrados no produto final, em especial o sabor, como critérios de avaliação (AMERINE, 1965).

Em 1954 foi inaugurado o primeiro laboratório de degustação do Brasil, localizado na seção de Tecnologia do Instituto Agrônomo de Campinas no estado de São Paulo, para avaliação de cafés da espécie *C.arabica* (MONTEIRO, 1984; CHAVES, 1998). As metodologias de análise sensorial surgem para complementar as técnicas tradicionais de degustação permitindo informações sobre as características do café, e a sensação que o consumidor sente ao ingerir o café (MORI, 2000). Para avaliação de cafés assim como no vinho o degustador tem que ser um especialista, ou seja, uma pessoa que tem grande experiência em provar especificamente o café, possuindo sensibilidade para perceber a diferença entre as amostras e suas características (PEDRERO; PANGBORN, 1989; ANZALDÚA-MORALES, 1994). Há um vocabulário específico para descrever os atributos do café, sendo avaliados tanto os atributos desejáveis quanto os indesejáveis (CLIFFORD, 2012). Essa degustação realizada por provadores profissionais é denominada de “prova da xícara”.

As propriedades sensoriais, são constituídas do sistema olfativo, gustativo, tátil, auditivo e visual. Esses sistemas avaliam os atributos dos alimentos, ou seja, suas propriedades sensoriais (ANZALDÚA- MORALES, 1994). As propriedades sensoriais são divididas em cinco categorias: cor, odor, gosto, textura e som.

A cor caracteriza o produto para os consumidores, possui diferentes tonalidades conforme três características distintas que são o tom, determinado pelo comprimento de onda da luz refletida pelo objeto; a intensidade, que depende da concentração de substâncias corantes dentro do alimento e o brilho, que é a quantidade da luz refletida pelo corpo em comparação com a quantidade de luz que incide sobre o mesmo (TEIXEIRA et al., 1987; ANZALDÚA-MORALES, 1994).

O odor é definido pelo ABNT (1993) como a propriedade sensorial perceptível pelo órgão olfativo quando certas substâncias voláteis são aspiradas. Essas substâncias, em diferentes concentrações, estimulam diferentes receptores de acordo com seus valores de limiar específicos. Algumas substâncias possuem características, que podem ser avaliadas através de notas, e outras características do odor como a intensidade que é relação com a própria característica do odor (nota) e a concentração; a persistência característica que pode ser relacionada indiretamente com a intensidade e/ou tempo de duração; e a saturação relacionada com a capacidade do sistema nervoso central em se acostumar ao odor e passar a não o perceber-lo conscientemente (TEIXEIRA et al., 1987; ANZALDÚA-MORALES, 1994).

Os provadores de vinho, chá ou café avaliam o aroma, apertando as amostras com a língua contra o palato, induzindo a difusão das substâncias aromáticas pela membrana palatina, e também aspirando pelo nariz para perceber o odor das substâncias que se volatilizam na boca (ANZALCÚA-MORALES, 1994; ABNT, 1993). Para o café, o aroma é o critério mais importante na avaliação de qualidade e um dos parâmetros determinantes na escolha pelo consumidor (FARAH; DONANGELO, 2006). O aroma do café é formado por inúmeros componentes com variados grupos funcionais e essa composição depende de fatores como espécie e variedade, condições de crescimento e colheita, armazenagem, intensidade de torra e tipo de torrador, além de outras condições de processo (MELLO; TRUGO, 2003).

O gosto tem sua identificação realizada através das papilas gustativas, das características básicas (ou gostos primários) dos alimentos, ou seja, os gostos ácidos, amargos, doces e/ou salgados (TEIXEIRA et al., 1987; ABNT, 1993; ANZALDÚA-MORALES, 1994). O sabor, é um atributo complexo, definido como experiência mista, mas unitária de sensações olfativas, gustativas e táteis percebidas durante a degustação (ABNT, 1993). Quando um sabor não pode ser definido claramente é denominado *sui generis*, porém, por meio da análise sensorial, pode-se obter o perfil do sabor do alimento, que consiste na descrição de cada componente de um produto (TEIXEIRA et al., 1987; ABNT, 1993; ANZALDÚA-MORALES, 1994). A acidez é uma sensação de gosto de café primário, resultante da solução de um ácido orgânico, a pungência é desejável e agradável é particularmente acentuada em cafés de certas origens e contrasta com o azedume causado por excesso de fermentação (Organização Internacional do Café - OIC, 2016).

A textura é a principal característica percebida pelo tato. É o conjunto de todas as propriedades reológicas e estruturais (geométricas e de superfície) de um alimento, perceptíveis pelos receptores mecânicos, táteis e eventualmente pelos receptores visuais e auditivos (ABNT, 1993). Para alimentos líquidos como o café ao invés de textura, denomina-se consistência (TEIXEIRA et al., 1987; ANZALDÚA-MORALES, 1994).

O som em alguns alimentos é característico, e logo são reconhecidos pela experiência prévia do consumidor quando são consumidos ou preparados; sendo associado principalmente à textura do alimento (TEIXEIRA et al., 1987).

A qualidade da bebida é revelada pelo olfato e o paladar, enquanto a classificação por peneira é visual. Os grãos de *C.arabica* e *C.canephora* seguem a mesma classificação por tipo e peneira, mas a classificação pela prova de xicaras são distintos para cafés especiais. As propriedades são utilizadas pelos degustadores profissionais de cafés

através dos métodos e técnicas, com a finalidade de avaliar o perfil do sabor de determinado café, compreendendo pequenas diferenças entre regiões de cultivo, avaliando o café para a consistência e defeitos para fazer posteriormente decisão de compra e mistura dos cafés.

2.11 PROTOCOLO DE DEGUSTAÇÃO DE ROBUSTAS FINOS

Para a avaliação de cafés especiais, além da classificação por tipo, peneira e quantidade de grão moça, são importantes pontuações obtidas em cada um dos atributos sensoriais que compõem a qualidade da bebida (MALTA, 2011). Para análise sensorial constantemente era utilizado o método da Associação Americana de Cafés Especiais (SCAA sigla em inglês) elaborado a partir da sistematização de avaliação sensorial proposta por Lingle (2001) para classificação dos cafés da espécie *C.arabica*, não atendendo os atributos da bebida da espécie *C.canephora* acarretando problemas do mercado para distinção dessas bebida, por essa razão a Organização Internacional do Café (OIC) lançou em 2010 o Protocolo de Degustação de Robustas Finos (PDRF), o mesmo foi introduzido no Brasil em setembro desse mesmo ano (SILVA et al., 2015). Embora tenha recebido a denominação relacionada a cafés do grupo ‘Robusta’, este protocolo foi desenvolvido para avaliação de cafés dos grupos ‘Conilon’ e ‘Robusta’ (FIOROTT; STURM, 2015).

O protocolo do *C.arabica* são avaliados os aspectos dos atributos de: fragrância/aroma, uniformidade, ausência de defeitos (xícara limpa), doçura, sabor, acidez, corpo, finalização, equilíbrio, defeitos e avaliação global (SCAA, 2014) e para o *C.canephora* são avaliados os atributos fragrância/aroma, sabor, salinidade/acidez, amargor/doçura, sensação na boca, equilíbrio, retrogosto, uniformidade, limpeza e conjunto (IOC, 2010).

A primeira etapa para realização PDRF é a preparação das amostras de café a serem utilizadas, a partir do café cru, é selecionado e torrado por 24 horas em um recipiente adequado, permanecendo em descanso por no mínimo 8 horas. Devido os grãos do *C.canephora* serem mais densos do que os grãos de *C.arabica* eles apresentam maior resistência ao calor, tendo uma coloração mais escura após a torra do que os grãos do *C.arabica*, apresentando uma cor de médio a médio-escuro para estabelecimento do sabor e cor desejada após a moagem (IOC, 2010).

Para certificar-se de que a torra será exata e uniforme, é utilizado um equipamento chamado Calorímetro, da Agtron (do inglês, Agtron Kinetic Coffee Roasting Controls). Esta empresa instituiu a Escala Agtron de Cores, utilizada especificamente para café

torrado com diversas tonalidades sendo classificadas por números. Os grãos de *C.canephora* torrados não possuem uma rachadura tão acentuada igual ao do *C.arabica*, pois raramente a primeira e a segunda rachadura são intensas, sendo necessário esperar até a primeira rachadura esteja completa, para verificar o tempo de torração e obtenção do som emitido pela rachadura. Após a torração as amostras devem ser imediatamente arrefecidas a ar. Quando os grãos atingirem a temperatura ambiente (aproximadamente 20° C), os mesmo devem ser armazenados em recipientes herméticos ou sacos não permeáveis para minimizar a exposição ao ar e evitar a contaminação. As amostras devem ser armazenadas em um local fresco e seco, mas não refrigerada ou congelada.

Após a preparação das amostras do café torrado, o mesmo é utilizado para as amostras de degustação, de preferência fazer a amostra e em seguida a prova de maneira a não ficar mais de quinze minutos em infusão com a água. Se isso não for possível, as amostras devem ser cobertas com infusão não ultrapassando 30 minutos após a moagem.

As amostras devem ser pesadas como grãos inteiro com uma acidez predeterminada com um volume de copo apropriado de fluido. Os tamanhos das partículas devem ser ligeiramente mais grossos que normalmente usados para o preparo da infusão por gotejamento em filtro de papel, com 70% a 75% das partículas que passam através de um formato padrão dos EUA uma peneira com malha 20. Deve ser preparado no mínimo cinco copos de cada amostra, uniformemente, cada copo de amostra deve ser moído uma quantidade antes para purificar o moedor, e em seguida moagem do lote de cada copo individual nas ventosas, assegurando que toda a quantidade da amostra fique depositado no copo. Uma tampa deve ser colocada nos copos imediatamente após a moagem (UGANDA COFFEE DEVELOPMENT AUTHORITY - UCDA, 2010).

Para adicionar a água no pó é utilizada uma técnica chamada pouring, também é uma técnica conhecido do barista para criação dos desenhos no café. A água utilizada durante a degustação deve ser limpa e sem odor, mas não deve ser água destilada. A quantidade ideal de sólidos dissolvidos são 125-175 ppm, mas não deve ser inferior a 100 ppm ou mais de 250 ppm. A água deve ter sido fervida a aproximadamente 93°C no momento em que pouring sobre o café moído. A água quente deve ser despejada diretamente sobre a medida dentro do copo, e nas bordas certificando de umedecer todo o conteúdo (UCDA, 2010).

As avaliações das amostras são realizadas por análises sensoriais com a finalidade de determinar as diferenças sensoriais entre as amostras, descrever os sabores das amostras e a determinação da preferência do degustador para as amostras. Não existe um protocolo totalmente eficaz, para atender todas as finalidades, devido ser análises

sensoriais dependente do avaliador. É importante para o avaliador saber o objetivo da avaliação e como os resultados serão usados.

O objetivo do Protocolo de Degustação de Robustas Finos é a determinação da preferência do degustador. A qualidade dos atributos de sabor específicos é analisada e em seguida, com base na experiência do degustador, cada um dos dez atributos são classificados numa escala numérica. As pontuações entre as amostras podem então ser comparados. Cafés que recebem pontuações mais elevadas deve ser visivelmente melhor do que cafés que recebem pontuações mais baixas (UCDA, 2010).

A forma de avaliação dos cafés fornece um meio sistemático de gravação de dez importantes atributos de sabor para o *C.canephora* já citados nesta dissertação a fragrância/ aroma, sabor, retrogosto, relação entre salinidade e acidez, relação entre o amargo e o doce, sensação na boca, equilíbrio, uniformidade, limpeza e conjunto. A pontuação na escala tem valor mínimo de zero e um valor máximo de dez pontos. Os atributos recebem pontuação conforme a extremidade inferior da escala (0,25 a 5,75) é aplicável ao comercial de cafés que são voltadas principalmente para a avaliação de defeito tipos e intensidades (Tabela 2).

Os defeitos, também são utilizados para avaliação, todavia ao invés de contar pontos ele desconta pontos, funcionando como pontos negativos e os atributos como pontos positivos. É realizado o preenchimento do formulário que contém um meio sistemático para registrar os importantes atributos de sabor do café o resultado final é calculado primeiro pela soma das pontuações de cada atributo primário no campo “Total de Pontos”. O valor correspondente aos defeitos é, então, subtraído do “Total de Pontos” para se obter um “Resultado Final”. Podendo ser classificado como: Muito fino (90-100), Fino (80-90), Prêmio (70-80), Boa Qualidade Usual (60-70), Boa qualidade Usual (50-60) e comercial (40-50).

Tabela 2: Escala da qualidade do Protocolo de Degustação de Robustas Finos.

6,00 -Bom	7,00 -Muito bom	8,00 -Fino	9,00 -Excepcional
6,25	7,25	8,25	9,25
6,50	7,50	8,50	9,50
6,75	7,75	8,75	9,75

Fonte: International Coffee Organization (2010).

São considerados defeitos sabores que prejudiquem a qualidade da bebida, podendo ser classificados em dois grupos: os defeitos perceptíveis, mas não intenso chamados de leves, e defeitos intenso que são graves.

A descrição dos dez atributos utilizados nesse protocolo é importante para melhor entendimento do funcionamento e objetivo do mesmo. Conforme a Organização Internacional do Café (OIC) (2010) os atributos podem ser definidos:

1) A fragrância ou Aroma é atribuída a nota conforme a intensidade e satisfação do olfato sobre os aspectos aromáticos, a fragrância do café quando se quebra a casca, quando o café é moído e a fragrância liberada pelo café quando é infundido com água quente.

2) Sabor: pontuação atribuída para o sabor deve contabilizar a intensidade, a qualidade e a complexidade do seu sabor e aroma combinado.

3) Retrogosto: é definido como o comprimento do sabor positivo (sabor e aroma) qualidades que irradia da parte de trás do palato mole e restantes após a ingestão de café é expectorada ou se o gosto final na boca foi de curta duração ou desagradável, uma menor pontuação será atribuída.

4) Relação entre salinidade/acidez: é a responsável pelo sabor agradável e delicado que é possível distinguir entre a acidez e a doçura em cafés de *C.canephora*. É também reconhecida pelo baixo nível de potássio e cafeína que tornam um sabor um pouco grosseiro ou duros, nos cafés finos essa característica está ausente. Este atributo é comparável as categorias “estritamente moles / estritamente duro” dos cafés brasileiros da espécie *C.arabica*.

5) Relação amargo/doce: tanto o sabor amargo como o doce estão presentes nos cafés *C.canephora*. O componente amargo é resultado da cafeína e níveis de potássio presentes no café, enquanto o componente doce é derivado dos ácidos dos frutos, ácido clorogênico e os níveis de açúcares no café.

6) Sensação na boca: A qualidade da sensação na boca é baseada na sensação tátil do líquido na boca, especialmente como percebido entre a língua e o céu da boca. A sensação na boca tem dois aspectos distintos: 1) peso e 2) textura.

7) Equilíbrio: Os atributos sabor, retrogosto, amargor/doçura, salinidade/acidez e sensação na boca da amostra acabam trabalhando em sinergia, complementando-se ou contrastando-se um do outro. À medida que a intensidade de cada um destes atributos aumenta, é mais difícil os atributos permanecem em equilíbrio. Se cada atributo aumenta igualmente em intensidade, a pontuação Equilíbrio é alta se os atributos aumentam distintamente a nota é baixa.

8) Uniformidade: refere a coerência do sabor dos diferentes copos de uma mesma amostra. Se em uma única degustação houve presença de ácido, fermento, fenólicos ou outros e os copos apresentaram sabor diferente ou não. Esta incoerência no sabor do café

é um atributo prejudicial a qualidade. A classificação deste atributo é calculada comparando os cinco copos, cada copo corresponde a dois pontos, totalizando 10 pontos.

9) Limpeza: Refere-se à ausência de impressões negativas de defeitos na bebida, desde do momento que se sorve o café até a sensação de finalização após expelir o líquido, refletindo “transparência” da bebida. Qualquer defeito desqualifica uma xícara, pois a avaliação deve refletir o que cada uma apresenta individualmente. São atribuído 2 (dois) pontos para cada xícara que demonstrar o atributo de Limpeza, num total para 5 (cinco) xícaras.

10) Conjunto: é o atributo no geral de forma "global" a sua pontuação pretende refletir a classificação integrada de forma holística de amostra como percebida pelo indivíduo provador. Uma amostra com aspectos agradáveis muito pronunciados, mas que apresentem discrepâncias, pode receber uma nota baixa. Características bem pronunciadas de uma determinada região, recebe uma nota alta. É nesse momento que os degustadores fazem suas avaliações pessoais.

Esses atributos despertam sensações distintas e recebem pontuações positivas da qualidade, refletindo o julgamento do degustador, e especificamente o conjunto se baseia na experiência de sabor de cada degustador, como avaliação pessoal (SILVA; MORERI; JOAQUIM, 2015).

O resultado final é calculado primeiro pela soma das pontuações de cada atributo primário no campo “Total de Pontos” e esse valor e subtraído com o valor correspondente aos defeitos, obtendo assim o “Resultado Final”, sendo classificado conforme a Tabela 3.

Tabela 3: Chave dos resultados para classificação da bebida de *C.canephora*, segundo o Protocolo de Degustação de Robustas Finos.

Pontuação total	Descrição de qualidade	Classificação
90-100	Excepcional	Muito fino
80-90	Fino	Fino
70-80	Muito bom	Prêmio
60-70	Bom	Boa qualidade usual
50-60	Médio	Boa qualidade usual
40-50	Razoável	Comercial
<40		Comercializável
<30		Abaixo da mínima
<20		Não classificável
<10		Escolha

Fonte: FIOROTT e STURM (2015).

O PDRF, apresenta um formulário específico, com pontuação por amostra, avaliando as características e expressando as qualidades do café, além de ser compreendido internacionalmente. Atualmente é o melhor protocolo para avaliação do *C.canephora* (Equipe Conilon Brasil, 2011).

Referencias

- AGUIAR, A.T.E. **Descritores para caracterização de cultivares e linhagens de café tipo arábica**. 2001. 98 f. 2001. Dissertação (Mestrado em Melhoramento Genético Vegetal), Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.
- AFONSO JÚNIOR, P. C.; CORREA, P. C.; PINTO, F. A. C.; SAMPAIO, C. P. Shrinkage evaluation of five different varieties of coffee berries during the drying process. **Biosystems Engineering**, v. 86, n. 4, p. 481-485, 2003.
- ALVES, E.A; COSTA, J.N.M; SANTOS,J.C.F. Procedimentos de colheita do café. In: MARCOLAN, A.L; ESPINDULA, M.C.(Org.) **Café na Amazônia**. Brasília, DF : Embrapa, 2015. p. 400-424.
- ALVES, G. E.; ISQUIERDO, E. P.; BORÉM, F. M.; SIQUEIRA, V. C.; OLIVEIRA, P. D.; ANDRADE, E. T. Cinética de secagem de café natural para diferentes temperaturas e baixa umidade relativa. **Coffee Science**, v.8, n. 2, p. 238-247, 2013.
- ALVES, H. M. R.; VOLPATO, M. M. L.; VIEIRA, T. G. C.; BORÉM, F. M.; BARBOSA, J. N. Características ambientais e qualidade da bebida dos cafés do estado de Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, v. 32, n. 261, p. 18-29, 2011.
- ANTHONY, F; DUSSERT, S. **Descripteurs du caféier** (Coffea spp. et Psilanthus spp.). 1996.
- ANZALDÚA-MORALES, A. **La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica**. Zaragoza: Acribia SA, 1994. 198 p.
- ARRUDA, A. C.; MINIM, V. P. R.; FERREIRA, M. A. M.; MINIM, L. A.; SILVA, N. M. D.; SOARES, C. F. Justificativas e motivações do consumo e não consumo de café. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, n. 4, p. 754-763, 2009.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **Análise sensorial dos alimentos e bebidas: terminologia**. 1993. 8 p.
- AULETE, F. J. d. C. **Dicionário contemporâneo da língua portuguesa**. 3a ed. Rio de Janeiro: Ed. Delta, 1881.
- BARDIN-CAMPAROTTO, L.; CAMARGO, M.B.P. & MORAES, J.F.L. Época provável de maturação para diferentes cultivares de café arábica para o Estado de São Paulo. **Ciência Rural**, 42:594-599, 2012.
- BARTHOLO, G. F.; GUIMARÃES, P. T. G. Cuidados na colheita e preparo do café. **Informe Agropecuário**, v. 18, n. 187, p. 33-42, 1997.
- BERTHAUD, J. **Incompatibility in Coffea-Canephora - Test Method and Genetic Determinism**. *Café Cacao The*, v.24, n.4, p.267-274, 1980.
- BORÉM, F. M.; MARQUES, E. R.; ALVES, E. Ultrastructural analysis of drying damage in parchment Arabica coffee endosperm cells. **Biosystems Engineering**, Londres, v. 99, p. 62-66, 2008.

BRAGANÇA, S. M., CARVALHO, C. D., FONSECA, A. D., & FERRÃO, R. G. Variedades clonais de café Conilon para o Estado do Espírito Santo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 5, p. 765-770, 2001.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 16, de 24 de maio de 2010**. Regulamento técnico para o café torrado em grão e para o café torrado e moído. Brasília, 2010. Disponível em: <<http://www.mp.sp.gov.br>>. Acesso em: 4 jun.2016.

BUDZINSKI, I. G. F.; SANTOS, T. B., SERA, T.; POT, D.; VIEIRA, L. G. E.; PEREIRA, L. F. P.. Expression patterns of three a-expansin isoforms in *Coffea arabica* during fruit development. **Plant Biology**, 13:462-471, 2011.

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

CALBO, A.G.; MORETTI, C.L.; HENZ, G.P. **Uso do equipamento 'Facili' para medições da atmosfera interna de frutas e hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2007. 7p. (Embrapa Hortaliças. Comunicado Técnico, Técnico, 48).

CAMARGO, AP de; CAMARGO, MBP de. Definição e esquematização das fases fenológicas do cafeeiro arábica nas condições tropicais do Brasil. **Bragantia**, v. 60, n. 1, p. 65-68, 2001.

CANNELL, M. R. G. Physiology of the coffee crop. In: CLIFFORD, M. N.; WILSON, K. C. (Ed.). **Coffee: botany, biochemistry and production of beans and beverage**. London: Croom Helm, 1985. p. 108-134.

CAO, E. P., CONSTANTINO-SANTOS, D. M., RAMOS, L. A. P., SANTOS, B. S., QUILANG, J. P., & MOJICA, R. M. "Molecular and morphological differentiation among *Coffea* (Rubiaceae) varieties grown in the farms of Cavite Province, Philippines." **Philippine Science Letters** , v. 7 n. 2, p 388-397, 2014.

CARPITA, N. C. Structure and biogenesis of the cell walls of grasses. **Annual Review Plant Physiology Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v. 47, 455-176, 1996.

CARPITA, N; MCCANN, M. The cell wall. In: BUCHANAN, B.B; WILHELM, G; JONES, R.L (Org.). **Biochemistry and Molecular Biology of Plants**. Rockville: American Society of Plant Physiologists), 2000. p. 52–108.

CARVALHO, A.; COSTA, W. M. da; FAZUOLI, L. C. Auto-incompatibilidade, produtividade, ocorrência de sementes tipo moca e mudas anormais no café Icatu. **Bragantia**, v. 42, p. 157-169, 1983.

CARVALHO, C.H. S. de (Ed.). **Cultivares de café: origem, características e recomendações**. 1.ed. Brasília: Embrapa Café, 2008. 334p.

CARVALHO, A.; KRUG, C. A. Genética de *Coffea*: IX-Observações preliminares sobre quimeras genéticas em *Coffea arabica* L. **Bragantia**, v. 6, n. 6, p. 239-250, 1946.

- CARVALHO, V. D. de. **Cafeicultura empresarial: Produtividade e Qualidade**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1997. 73 p. (Curso de especialização Pós-Graduação “Latu Sensu”).
- CASTRO, R.D.; MARRACCINI, P. Cytology, biochemistry and molecular changes during coffee fruit development. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 18, n. 1, p. 175-199, 2006.
- CASTRO, P.R.C.; KLUGE, R.A.; PERES, L.E.P. **Manual de fisiologia vegetal: teoria e prática**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 2005. 650 p.
- CAVALARI, A. A. **Invertase ácida, sacarose sintase e o metabolismo de açúcares no desenvolvimento de semente de café (Coffea arabica L.)**, 2004, 73 f. Tese (Mestrado em Biologia Vegetal) – Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.
- CHAVES, J. B. P. **Análise sensorial: histórico e desenvolvimento**. Viçosa: Editora UFV, 1998. 31 p, (caderno 32).
- CLIFFORD, M. N. (Ed.). **Coffee: botany, biochemistry and production of beans and beverage**. Springer Science & Business Media, 2012.
- CONAB-Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos: Sétimo levantamento/abril 2016 - Brasília**, v.3, n.7, p. 1-104, maio. 2016. Disponível em : <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em 01 de julh. de 2016.
- CONAGIN, C. H. T. M.; MENDES, A. J. T. Pesquisas citológicas e genéticas em tres espécies de *Coffea canephora* Pierre ex Froehner. **Bragantia** . v. 20, n. 34, p. 787-804, 1961.
- CORRÊA, J. L. G.; SANTOS, J. C. P.; FONSECA, B. E.; DA SILVA CARVALHO, A. G. Secagem de borra de café em secador ciclônico. **Coffee Science**, v. 9, n. 1, p. 68-76, 2014.
- CORRÊA, P.C; OLIVEIRA, G. H. H.; BOTELHO, F. M; TRETO, P. C.; ALVES E.A. Propriedades físicas e químicas interferentes na pós-colheita do café. In: MARCOLAN, A.L; ESPINDULA, M.C.(Org.) **Café na Amazônia**. Brasília, DF : Embrapa, 2015. p. 400-424.
- CORTEZ, J. G. Aptidão climática para a qualidade da bebida nas principais regiões cafeiras de Minas Gerais. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, v. 18, p. 21-26, 1997.
- CUBRY, P.; DE BELLIS, F.; POT, D.; MUSOLI, P.; LEROY, T. Global analysis of *Coffea canephora* Pierre ex Froehner (Rubiaceae) from the Guineo-Congolese region reveals impacts from climatic refuges and migration effects. **Genetic resources and crop evolution**, v. 60, n. 2, p. 483-501, 2013.
- CUNHA, A. R; VOLPE, C.A. Curvas de crescimento do fruto de cafeeiro cv. Obatã IAC 1669-20 em diferentes alinhamentos de plantio. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.32, n.1, p.49-62, 2011.

CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.C.S. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. Universidade Federal de Viçosa,, 2006.

DAVIS, A. P.; GOVAERTS, R.; BRIDSON, D. M.; STOFFELEN, P. An annotated taxonomic conspectus of the genus *Coffea* (Rubiaceae). **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 152, n. 4, p. 465-512, 2006.

DAVIS, A. P.; TOSH, J.; RUCH, N.; FAY, M. F. Growing coffee: *Psilanthus* (Rubiaceae) subsumed on the basis of molecular and morphological data; implications for the size, morphology, distribution and evolutionary history of *Coffea*. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 167, n. 4, p. 357-377, 2011.

DEDECCA, D. M. Anatomia e desenvolvimento ontogenético de *Coffea arabica* L. var. *Typica* Cramer. **Bragantia**, Campinas, n. 16, p. 315-355, 1957.

DESSIE, N. Quality profile of Ethiopian coffee. In: GIRMA A.; BAYETTA B.; TESFAYE, S.; ENDALE, T.; TAYE, K. (Org.). **Coffee Diversity and Knowledge. Proceedings of a National Workshop Four Decades of Coffee Research and Development in Ethiopia**, Ethiopia: Addis Ababa, 2008. p. 14-17.

DUBBERSTEIN, D.; PARTELLI, F. L.; DIAS, J. R. M. Concentration and accumulation of macronutrients in leaf of coffee berries in the Amazon, Brazil. **Australian Journal of Crop Science**, v. 10, p. 701-710, 2016.

EQUIPE CONILON BRASIL. Novo protocolo de degustação de robustas é testado: Cafés capixabas obtiveram resultados animadores. **Revista Conilon Brasil. Vitória, ES**, v. 8, p. p10-11, 2011.

FALCONER, D.S. **Introdução à genética quantitativa**. Viçosa: UFV, 1987. 219p.
FARAH, A.; DONANGELO, C. M. Phenolic compounds in coffee. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 18, n. 1, p. 23-36, 2006.

FARNEZI, M. M. de M. et al.. Levantamento da qualidade da bebida do café e avaliação do estado nutricional dos cafeeiros do Alto Jequitinhonha, Minas Gerais, através do DRIS. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 5, p. 1191-1198, 2010.

FAZUOLI, L. C. Genética e melhoramento do cafeeiro. In: RENA, A. B.; MALAVOLTA, E.; ROCHA, M.; YAMADA, T. (Eds.). **Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato**, 1986. p. 87-106.

FERRÃO, R. G. et al.. **Café conilon**. Vitória, Incaper, 2007.

FERRÃO, R. G.; CRUZ, C. D.; FERREIRA, A.; CECON, P. R.; FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A. D., ...; SILVA, M. F. D. Genetic parameters in Conilon coffee. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 1, p. 61-69, 2008.

FERRÃO, M. A. G.; DA FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, R. G.; BARBOSA, W. M.; SOUZA, E. M. R. Genetic divergence in Conilon coffee revealed by RAPD markers. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 9, n. 1, p. 67-74, 2009.

FERREIRA, A.; CECON, P. R.; CRUZ, C. D.; FERRÃO, R. G.; SILVA, M. D.; FONSECA, A. D.; FERRÃO, M. A. G. Seleção simultânea de *Coffea canephora* por meio da combinação de análise de fatores e índices de seleção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 12, p. 1189-1195, 2005.

FIOROTT, A.S; STURM, M.G. Café canéfora: em busca de qualidade e reconhecimento. In: MARCOLAN, A.L; ESPINDULA, M.C.(Org.) **Café na Amazônia**. Brasília, DF : Embrapa, 2015. p. 427-431.

FONSECA, A. D.; FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; VERDIN FILHO, A. C.; VOLPI, O. S. Qualidade do café conilon: operações de colheita e pós-colheita. Ferrão RG da, Fonseca AFA, Bragança SM, Ferrão MAG & De Muner LH (Eds.) **Café Conilon**. Vitória, Incaper, p. 501-520, 2007.

GIOMO, G. S.; BORÉM, F. M. Cafés especiais no Brasil: opção pela qualidade. **Informe Agropecuário**, v. 32, n. 261, p. 7-16, 2011.

LACERDA FILHO, A.F.; SILVA, J.S.;SEDIYAMA, G.C. Comparação entre materiais de pavimentação de terreiro para a secagem de café. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Especial Café, n.9, p.83-93, 2006.

LASHERMES, P.; COUTURON, E.; MOREAU, N.; PAILLARD, M.; LOUARN, J. **Inheritance and genetic mapping of self-incompatibility in *Coffea canephora*** Pierre. *Theoretical and Applied Genetics*, v.93, n.3, p.458-462, 1996.

LAWLESS, H.T.; HEYMANN, H. Physiological and psychological foundations of sensory function. In: **Sensory evaluation of food**. Springer New York, 2010. p. 19-56.

LAVIOLA, B. G.; MARTINEZ, H. E. P.; SALOMÃO, L. C. C.; CRUZ, C. D.; MENDONÇA, S. M. Acúmulo de nutrientes em frutos de cafeeiro em quatro altitudes de cultivo: cálcio, magnésio e enxofre. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, p. 1451-1462, 2007.

LEROY, T.; RIBEYRE, F.; BERTRAND, B.; CHARMETANT, P.; DUFOUR, M.; MONTAGNON, C.; ...;POT, D. Genetics of coffee quality. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 18, n. 1, p. 229-242, 2006.

LIMA, J. S.; DE ASSIS SILVA, S.; DE OLIVEIRA, R. B.; DA FONSECA, A. S. Estimativa da produtividade de café Conilon utilizando técnicas de cokrigagem. **Ceres**, v. 63, n. 1, p. 54-61, 2016. 43

LINGLE, T.R. **The coffee cupper's handbook**: a systematic guide to the sensory evaluation of coffee's flavor. Washigton: Coffee Development Group, 2001.

LIVRAMENTO, K. G.; et al. Proteomic analysis of coffee grains exposed to different drying process. **Food Chemistry**, v. 221, p. 1874-1882, 2017.

MALTA, M. R; SANTOS, M. L.; MELO SILVA, F. A. Qualidade de grãos de diferentes cultivares de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 24, p. 1385-1390, 2008.

- MALTA, M.R. Critérios utilizados na avaliação da qualidade do café. **Informe Agropecuário**, v.32, n.261, p.114-126, 2011.
- MAMEDE M. E.O.; PERRAZO, K. K.; MACIEL, L. F.; DE CARVALHO, L. Sensory and chemical evaluation of decaffeinated soluble coffee. **Alimentos e Nutrição**, v. 21, n. 2, p. 311-324, 2010.
- MARCOLAN, A. L.; RAMALHO, A. R.; MENDES, A. M.; TEIXEIRA, C. A. D.; FERNANDES, C. D. F.; COSTA, J. N. M.; ... ; VENEZIANO, W. **Cultivo dos cafeeiros conilon e Robusta para Rondônia**. Porto Velho: EMBRAPA Rondônia, 2009. 67 p. (EMBRAPA Rondônia: Sistema de Produção, 33).
- MATIELLO, J. B.; GARCÍA, R.; ALMEIDA, A. W. R.; FERNANDES, D. R.; MATIELLI, A. **Cultura de Café no Brasil: manual de recomendações**. Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFE, 2010. 542 p.
- MATOS, A.T. de; MAGALHÃES, M. A.; FUKUNAGA, D. C. Removal of suspended solids in the wastewater of the coffee shrub cherry pulping by filters constituted by parchment of the coffee beans subjected to compressions. **Engenharia Agrícola**, v. 26, n. 2, p. 610-616, 2006.
- MELLO, A. A.; TRUGO, L. C. Tipificação odorífera de compostos voláteis do café. In: Franco, M. R. B. (ed.) **Aroma e Sabor de Alimentos**, São Paulo: Livraria Varela, cap.12, p.169-175, 2003.
- MELO, B. de; SOUSA, L. B.; Biologia da reprodução de *Coffea arabica* L. e *Coffea canephora* Pierre. **Revista Verde**, Mossoró, v.6, n.2, p. 01 – 07. 2011.
- MENDONÇA, L.M.V.L.; PEREIRA, R. G. F. A.; MENDES, A.N.G.. Parâmetros bromatológicos de grãos crus e torrados de cultivares de café (*Coffea arabica* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 2, p. 239-243, 2005.
- MONDAL, K.; SHARMA, N. S.; MALHOTRA, S. P.; DHAWAN, K.; SINGH, R. Antioxidant systems in ripening tomato fruits. **Biologia Plantarum**, Copenhagen, v. 48, n. 1, p. 49-53, 2004.
- MONTEIRO, C. L. B. **Técnicas de Avaliação sensorial**. 2. ed. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, CEPPA, 1984. 101 p.
- MONTEIRO, M. A. M. D. S. **Caracterização sensorial da bebida de café (*Coffea arabica* L.): análise descritiva quantitativa, análise tempo-intensidade e testes afetivos**. Viçosa, 2002. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa
- MORAIS, O. P. ; SILVA, J. C. ; CRUZ, C. D. ; REGAZZI, A.J.; NEVES, P. C. F. . Estimação dos parâmetros genéticos da população de arroz irrigado CNA-IRAT 4. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 32, n.4, p. 421-433, 1997.
- MORI, E. E. M. Qualidade dos cafés do Brasil. In: **Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil** (1.: 2000 : Poços de Caldas, MG), p. 99-107.

MOURA, S. D.; GERMER, S. P. M.; ANJOS, V. D. A.; MORI, E. E. M.; MATTOSO, L. H. C.; FIRMINO, A.; NASCIMENTO, C. J. F. Avaliações físicas, químicas e sensoriais de blends de café arábica com café canephora (robusta). **Brazilian Journal Food Technology**, v. 10, n. 4, p. 271-277, 2007.

MUSOLI, P.; CUBRY, P.; ALUKA, P.; BILLOT, C.; DUFOUR, M.; DE BELLIS, F., ... ; LEROY, T. Genetic differentiation of wild and cultivated populations: diversity of *Coffea canephora* Pierre in Uganda. **Genome**, v. 52, n. 7, p. 634-646, 2009.

NASCIMENTO, E. A.; DE AQUINO, F. J. T.; DO NASCIMENTO, P. M.; CHANG, R.; DE MORAIS, S. A. L. Composição química do café conillon em diferentes graus de torração. **Ciência e Engenharia**, Uberlândia, v. 16, n. 1/2, p. 17- 21, 2007.

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

ORGANIZACAO INTERNACIONAL DO CAFÉ . **Quantitative descriptive flavours profiling of coffees form COOPARAISO - MG, BRASIL**. Londres, 1991. n. p. (Reporte de Evaluación Sensorial).

ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO CAFÉ. **Historical data**. Disponível em: <http://www.ico.org/new_historical.asp>. Acesso em: 20 mai. 2016.

ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO CAFÉ. **Robusta cupping protocols**. PSCB 123/10. Londres, Inglaterra. 2010. Disponível em: <<http://dev.ico.org/documents/pscb-123-e-robusta.pdf>>. Acesso em: 09 set. 2016.

ORMOND, J. G. P.; PAULA, S. R. L. D.; FAVERET FILHO, P. D. S. C. **Café:(re) conquista dos mercados**. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 10, p. 3-55, 1999.

PARTELLI, F. L.; ESPINDULA, M. C.; MARRÉ, W. B.; VIEIRA, H. D. Dry matter and macronutrient accumulation in fruits of conilon coffee with different ripening cycles. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, n. 1, p. 214-222, 2014.

PARTELLI, F. L., VIEIRA, H. D., SILVA, M. G., & RAMALHO, J. C. Seasonal vegetative growth of different age branches of conilon coffee tree. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 3, p. 619-626, 2010.

PAULA CARVALHO, H.; CAMARGO, R.; NÓBREGA GOMES, M. W.; SOUZA, M. F. Classificação do ciclo de desenvolvimento de cultivares de cafeeiro através da soma térmica. **Coffee Science**, v. 9, n. 2, p. 237-244, 2014.

PEDRERO F., D. L; PANGBORN, R. M. **Evaluación sensorial de los alimentos: métodos analíticos**. México DF: Alhambra Mexicana. 1989. 251 p.

PEREIRA, L. F. P.; GALVÃO, R. M.; KOBAYASHI, A. K.; CAÇÃO, S. M. B.; VIEIRA, L. G. E. Ethylene production and acc oxidase gene expression during fruit ripening of *Coffea arabica* L. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Londrina, v. 17, n. 3, p. 283-289, Sept. 2005.

PEREIRA, S. P.; GUIMARÃES, R. J.; BARTHOLO, G. F.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVES, J. D. Crescimento vegetativo e produção de cafeeiros (*Coffea arabica* L.)

- recepados em duas épocas, conduzidos em espaçamentos crescentes. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 3, p. 643-649, 2007.
- PETEK, M. R.; SERA, T.; FONSECA, I. C. de B. Exigências climáticas para o desenvolvimento e maturação dos frutos de cultivares de *Coffea arabica*. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 1, p. 169-181, 2009.
- PEZZOPANE, J. R. M.; PEDRO JÚNIOR, M. J.; THOMAZIELLO, R. A.; CAMARGO, M. D. Escala para avaliação de estádios fenológicos do cafeeiro arábica. **Bragantia**, v. 62, n. 3, p. 499-505, 2003.
- PEZZOPANE, J. R. M.; CASTRO, F. D. S.; PEZZOPANE, J. E. M.; BONOMO, R.; SARAIVA, G. S. Zoneamento de risco climático para a cultura do café Conilon no Estado do Espírito Santo. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 3, p. 341-348, 2010.
- PEZZOPANE, J. R. M.; PEDRO JÚNIOR, M. J.; CAMARGO, M. D.; FAZUOLI, L. C. Exigência térmica do café arábica cv. Mundo Novo no subperíodo florescimento-colheita. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 6, p. 1781-1786, nov./dez. 2008.
- RENA, A. B. BARROS, R. S.; MAESTRI, M.; ZAMBOLIM, L. **Desenvolvimento reprodutivo do cafeeiro**. Tecnologias de produção de café com qualidade. Viçosa: UFV, p. 101-128, 2001.
- RENA, A.B.; MAESTRI, M. Ecofisiologia do cafeeiro. In: CASTRO, P.R.C.; FERREIRA, S.O.; YAMADA, T. **Ecofisiologia da produção agrícola**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1987. p. 119-147.
- RESENDE, O.; ARCANJO, R.V.; SIQUEIRA, V. C. Modelagem matemática para a secagem de clones de café (*Coffea canephora* Pierre) em terreiro de concreto. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 31, n. 2, p. 189-196, 2009.
- RESENDE, M. D.; FURLANI-JÚNIOR, E. N. E. S.; MORAES, M. D.; FAZUOLI, L. C. Estimativas de parâmetros genéticos e predição de valores genotípicos no melhoramento do cafeeiro pelo procedimento REML/BLUP. **Bragantia**, v. 60, n. 3, p. 185-193, 2001.
- REZENDE, A.M.; ROSADO, P.L.; GOMES, M.F.M. **Café para todos**: a informação na construção de um comércio de café mais justo. SEGRAC, 2007a.
- REZENDE, F. C.; DOS REIS OLIVEIRA, S.; DE FARIA, M. A.; ARANTES, K. R. Características produtivas do cafeeiro (*Coffea arabica* L. cv., Topázio MG-1190), recepado e irrigado por gotejamento. **Coffee Science**, v. 1, n. 2, p. 103-110, 2007b.
- RIBEIRO, B. B.; MENDONÇA, L. M. V. L.; ASSIS, G. A.; MENDONÇA, J. M. A.; MALTA, M. R.; MONTANARI, F. F. Avaliação química e sensorial de blends de *Coffea canephora* Pierre e *Coffea arabica* L. **Coffee Science**, v. 9, n. 2, p. 178-186, 2014.
- ROBINSON, H.F.; COCKERHAM, C.C. Estimación y significado de los parámetros genéticos. **Fitotecnía Latinoamericana**, San José, v.2, p.23-38, 1965.

ROCHA, R. B.; SANTOS, D. V.; RAMALHO, A. R.; TEIXEIRA, A. L. Caracterização e uso da variabilidade genética de banco ativo de germoplasma de *Coffea canephora* Pierre ex Froehner. **Coffee Science**, v. 8, n. 4, p. 478-485, 2014.

RONCHI, C.P; DAMATTA, F.M. Aspectos fisiológicos do café conilon. In: Ferrão RG, FONSECA AFA, BRAGANÇA SM, FERRÃO MAG, DE MUNER LH (eds), **Café Conilon**, Seag/Incaper, Vitória, pp.95-115, 2007.

SALAZAR-PARRA, C.; AGUIRREOLEA, J.; SÁNCHEZ-DÍAZ, M.; IRIGOYEN, J. J.; MORALES, F. Climate change (elevated CO₂, elevated temperature and moderate drought) triggers the antioxidant enzymes' response of grapevine cv. Tempranillo, avoiding oxidative damage. **Physiologia Plantarum**, Malden, v. 144, n. 2, p. 99-110, 2012.

SALLA, M. H. Influence of genotype, location and processing methods on the quality of coffee (*coffea arabica* L.) 127 f. 2009. **Hawassa University**, Hawassa, Ethiopia, 2009.

SEGGES, J. H. **Focalizando o café e a qualidade**. Seropédica RJ. Editora Universidade Rural, 2001. 124 p.

SCAA - SPECIALTY COFFEE ASSOCIATION OF AMERICA . **SCAA Protocols**, Janeiro 2014. Disponível em:<<http://www.scaa.org/PDF/resources/cuppingprotocols.pdf>> Acesso em: 30 out. 2016.

SILVA, E. B.; NOGUEIRA, F.D.; GUIMARÃES, P.T.G. Uso de DRIS na avaliação do estado nutricional do cafeeiro em resposta à adubação potássica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, n.2, p.247-255, mar./abr. 2003.

SILVA, J. S. (Ed.). **Pré-processamento de produtos agrícolas**. Juiz de Fora: Instituto Maria, 1995. 509 p.

SILVA, L.C; MORELLI P.M; JOAQUIM, M.N.T. Café: beneficiamento e industrialização. In: MARCOLAN, A.L; ESPINDULA, M.C.(Org.) **Café na Amazônia**. Brasília, DF : Embrapa, 2015. p. 427-431.

SOUSA e SILVA, J.; MORELI, A. P.; SOARES, S. F.; DONZELES, S. M. L.; VITOR, D. G. **Produção de Café Cereja Descascado** – Equipamentos e Custo de Processamento. Brasília: Embrapa, 2013.16 p. (Comunicado Técnico, nº 4).

SOUZA, F. D. F.; CAIXETA, E. T.; FERRÃO, L. F. V.; PENA, G. F.; SAKIYAMA, N. S.; ZAMBOLIM, E. M.; ...; CRUZ, C. D. Molecular diversity in *Coffea canephora* germplasm conserved and cultivated in Brazil. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 13, n. 4, p. 221-227, 2013.

SOUZA, F.F.; SANTOS, J.C.F.; COSTA, J.N.M.; SANTOS, M.M. Características das principais variedades de café cultivadas em Rondônia. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2004. 21 p (**Documentos 93** / Embrapa Rondônia).

SOUZA, F. F. **Diversidade genética, estrutura populacional e mapeamento associativo em *Coffea canephora***. 2011. 147 f. Tese (Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa/MG, 2011.

SOUZA, F. S., SANTOS, M. M., VENEZIANO, W. Análise de qualidade de grãos em duas variedades de café robusta, preparados por via seca com diferentes percentuais de maturação à colheita. In: Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 4., 2005, Londrina, PR. **Anais...** Brasília, DF: 2005. CD-ROOM.

SUNARHARUM, W. B.; WILLIAMS, D. J.; SMYTH, H. E. Complexity of coffee flavor: A compositional and sensory perspective. **Food Research International**, Saskatchewan, v. 62, n 1, p. 315-325, aug. 2014.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed 2013. p.918.

TEIXEIRA, E.; MEINERT, E. M.; BARBETTA, P. A. **Análise sensorial de alimentos**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1987. 180 p.

TEIXEIRA, A. L.; SOUZA, F. D. F.; PEREIRA, A. A.; OLIVEIRA, A. C. B. D.; ROCHA, R. B. Selection of arabica coffee progenies tolerant to heat stress. **Ciência Rural**, v. 45, n. 7, p. 1228-1234, 2015.

VACARELLI, V.N; MEDINA FILHO, H. P. Avaliação de frutos chochos e de sementes do tipo moca no rendimento de híbridos arabustas tetraploides (*Coffea arabica* x *C. canephora*). **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 19, n. 3, 2006.

VENEZIANO, W. **Avaliação de progênies de cafeeiros (*Coffea canephora* Pierre ex. Froehner) em Rondônia**. 1993. 76f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agronomia "Luiz de Queiroz", Piracicaba.

VIDAL, W. N.; VIDAL, M. R. R. **Botânica organografia**. 3.ed. Viçosa, MG: UFV, 1995. 114 p.

WINTGENS, J. N. **Coffee: growing, processing, sustainable production**. A guidebook for growers, processors, traders and researchers. Wiley-Vch, 2009.

ZULUAGA, V. J. **Chemical Properties of coffee**. [S.I.: s.n.], 1999, v. 2.

3.0 CAPÍTULOS

3.1 COMPONENTES GENÉTICOS DO DESENVOLVIMENTO E MATURAÇÃO

DE FRUTOS DE *Coffea canephora*

RESUMO: O ciclo de maturação dos frutos do cafeeiro *Coffea canephora* é uma característica de herança complexa, de expressão governada por vários genes influenciados pelo ambiente, o que resulta em uma característica quantitativa de distribuição contínua. O objetivo desse trabalho foi caracterizar os componentes genéticos do ciclo de maturação dos frutos de *C. canephora* visando caracterizar o mecanismo de herança e a influência do ambiente na expressão dessa característica. Para isso foram avaliados o número de dias e a soma térmica para a maturação dos frutos de 130 clones, avaliados ao longo de 36 meses, em delineamento de blocos ao acaso com seis repetições de quatro plantas por parcela no município de Ouro Preto do Oeste - RO. Os valores genotípicos e os componentes de variância foram estimados utilizando-se métodos de Máxima Verossimilhança Restrita (REML) e Melhor Predição Linear Não Viesada (BLUP) e a dissimilaridade entre os genótipos quantificada utilizando técnicas de agrupamento hierárquico. As estimativas dos parâmetros genéticos indicam maior acurácia da soma térmica para estimar o ciclo de maturação dos frutos, e uma predominância do efeito genotípico na expressão dessa característica. No dendrograma foi possível observar três grupos de maturação distintos que se mantiveram ao longo do tempo. Também foram observados genótipos (20%) que apresentaram mudanças em sua classificação devido à ação do ambiente. A quantificação da eficiência da seleção e o agrupamento dos clones de ciclo de maturação semelhante subsidiam o desenvolvimento de novas variedades de maior uniformidade de maturação de frutos.

Termos para indexação: Ciclo de maturação, acurácia de seleção, soma térmica, Amazônia, Rondônia.

ABSTRACT: Although normally measured in classes, fruit ripening cycle is a complex trait with expression governed by several genes influenced by the environment, which results in a quantitative trait of the continuous distribution. This study aimed to characterize the genetic components of *Coffea canephora* fruits ripening cycle in order to quantify the genotypic and environmental effects in the expression of this trait. The number of days and the thermal time for fruit ripening of 130 clones were evaluated over 36 months in design of randomized blocks with six replicates of four plants per plot in Ouro Preto do Oeste - RO. The genotypic values and the variance components were estimated using methods of Restricted Maximum Likelihood (REML) and Best Linear not Unbiased Prediction (BLUP) and the dissimilarity among genotypes quantified using hierarchical clustering techniques. Estimates of genetic parameters indicate greater accuracy of thermal time to estimate the fruit ripening cycle, and a predominance of the genotypic effect on the expression of this trait. In the dendrogram it was possible to observe three different fruit ripening groups, which maintained over time. They were also observed genotypes (20%) that changed their classification due to the environmental effect. The observed efficiency of selection associated and the clustering of genotypes with similar ripening cycles subsidize the development of new varieties.

key words: Ripening cycle, accuracy of selection, thermal time, Amazonian, Rondônia.

Introdução

O cafeeiro é do gênero *Coffea* possui 124 espécies, encontradas atualmente em regiões tropicais de todo o mundo (DAVIS, 2011). Desse conjunto duas espécies são cultivadas em larga escala para comercialização, o *Coffea arabica* Linnaeu e o *Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner. Essas espécies diferenciam-se em relação a características morfológicas e genéticas. Aproximadamente 38% da produção de café do mundo deve-se ao cultivo da espécie *C. canephora*, que se caracteriza pelo elevado vigor vegetativo e produção de uma bebida predominantemente neutra com alto teor de sólidos solúveis (MOURA et al., 2007; RIBEIRO et al., 2014). Na Amazônia Ocidental, destaca-se o Estado de Rondônia pela sua aptidão para cultivo do *C. canephora* (PEZZOPANE et al., 2010; ROCHA et al., 2014).

O conhecimento da época de maturação dos frutos do cafeeiro é fundamental, pois facilita a colheita, o beneficiamento e a comercialização dos frutos (PARTELLI et al., 2010). Segundo Petek, Sera e Fonseca (2009) o ciclo de maturação do cafeeiro pode ser entendido como o período fenológico de desenvolvimento e maturação dos frutos, que ocorre entre o florescimento e a colheita.

O ciclo fenológico dos cafeeiros apresenta uma sucessão de fases vegetativas e reprodutivas que ocorrem em aproximadamente dois anos. A fase reprodutiva se caracteriza pelo desenvolvimento das gemas axilares em gemas reprodutivas (CUNHA; VOLPE, 2011; PARTELLI et al., 2014). Após a fecundação e queda das flores inicia-se a fase da frutificação, culminando em um período de aparente dormência, mas de intensa atividade celular. Posteriormente os frutos passam por um período de expansão celular e de alta demanda hídrica, em que os frutos se desenvolvem rapidamente, aumentando em volume e massa seca (PEZZOPANE et al., 2003; REZENDE et al., 2007). Cada estágio de formação possui funções fisiológicas e metabólicas próprias, essenciais à formação do café (LAVIOLA et al., 2007). Além dos fatores ambientais, fatores genéticos são determinantes para o ciclo de maturação dos frutos podendo ser encontradas em campo plantas que amadurecem em diferentes épocas do ano (PEZZOPANE et al., 2003; PETEK et al., 2009). Dubberstein et al. (2016) caracterizaram genótipos de *C. canephora* propagados vegetativamente (clones) com ciclo de maturação de aproximadamente 300 dias. Em campo, de maneira prática, os clones de *C. canephora* que amadurecem nos meses de abril, maio, junho são denominados respectivamente clones de ciclo precoce, intermediário e tardio. Ferrão et al (2008) caracterizam genótipos de ciclo super precoce que apresentaram maturação de frutos no mês de março.

Entre os elementos climáticos que influenciam o ciclo de maturação, a temperatura é considerada a mais relevante para os processos fisiológicos de maturação dos frutos (PEZZOPANE et al., 2008). A temperatura ideal para o desenvolvimento do *C.canephora* está entre 22 e 26 °C (DAMATTA; CARVALHO,2006), podendo tolerar temperaturas de 37°C de dia e 30°C a noite, sendo que temperaturas superiores a 42°C de dia e 34°C a noite causam efeitos deletérios não-estomáticos irreversíveis na fotossíntese dessas plantas (MARTINS et al, 2016; RODRIGUES et al., 2016).

A avaliação do ciclo de maturação em função da soma de graus-dia se baseia na pressuposição de que a planta para completar uma fase fenológica necessita de um somatório térmico próprio, característico de sua fisiologia (PAULA CARVALHO et al, 2014; SALAZAR-PARRA et al., 2012).

Embora normalmente avaliado em classes, o ciclo de maturação do cafeeiro é uma característica de herança complexa, de expressão governada por vários genes influenciados pelo ambiente, o que resulta em uma característica quantitativa de distribuição contínua. No entanto, não foram encontrados na literatura pesquisas que avaliaram essa característica considerando sua natureza quantitativa. A predição dos parâmetros genéticos permite quantificar a fração da variação total que se deve ao efeito de genótipos e de ambientes, permitindo melhor predizer o comportamento das plantas. As técnicas ótimas de avaliação genética envolvem simultaneamente a predição de valores genotípicos e a estimação de componentes de variância (RESENDE et al., 2001). O procedimento para predição dos componentes de variância e dos valores genotípicos é o REML/BLUP (Máxima Verossimilhança Restrita/Melhor Predição Linear Não Viesada) ao nível de indivíduo (HENDERSON; QUAAS, 1976).

Nesse contexto, o objetivo desse trabalho foi quantificar os componentes genéticos do ciclo de maturação de 130 clones de *Coffea canephora* visando caracterizar os mecanismos de herança e a influência do ambiente sobre essa característica.

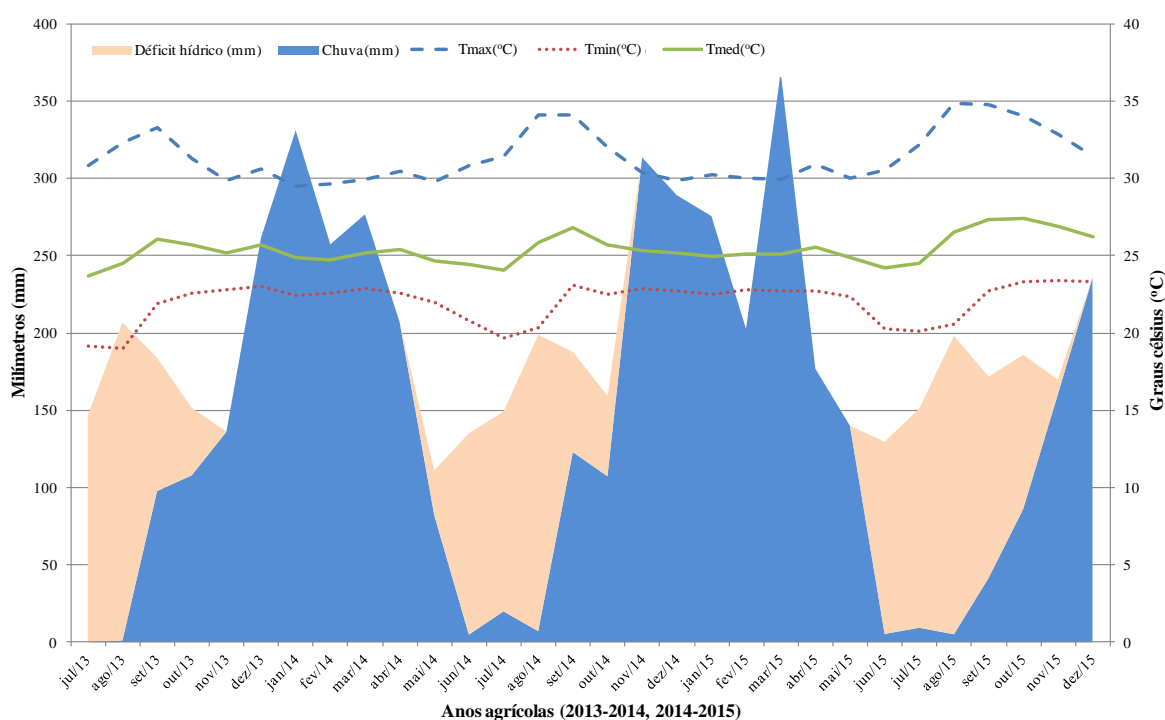
3.1.2 Material e métodos

a) Estimativas do número de graus-dia e da soma térmica

O ciclo de desenvolvimento dos frutos foi mensurado considerando o número de dias e soma térmica no período entre a data de florescimento e a data de colheita, quando aproximadamente 80% dos frutos estão na fase de maturação M₃, de coloração vermelho claro e maduros fisiologicamente (Morais et al., 2008; Marcolan, et al., 2009). No mês de

dezembro de 2011, foi instalado no campo experimental da Embrapa no município de Ouro Preto do Oeste - RO experimento em delineamento de blocos casualizados, com seis repetições, quatro plantas por parcela em espaçamento de 3x2 m para avaliação de 130 clones. De acordo com as Normais Climatológicas (BRASIL, 1992) o clima do município é do tipo Aw (classificação Köppen), definido como tropical úmido com estação chuvosa (outubro a maio) no verão e seca bem definida no inverno. Deficiência hídrica acumulada de junho a setembro (DEF=175 mm) e excedente hídrico acumulado de novembro a abril (EXC=781 mm) para 100 mm de retenção hídrica. A amplitude média anual varia de 21,2°C a 30,3°C, sendo que as temperaturas mais elevadas ocorrem nos meses de julho e agosto. A precipitação média anual é de 1.939 mm, com umidade relativa média do ar de 81%.

Figura 4: Variáveis climáticas avaliadas no período de julho de 2013 a dezembro de 2015 no município de Ouro Preto do Oeste – RO, representadas por déficit hídrico (mm), precipitação (mm) e temperaturas máxima, mínima e médias (°C).



Dados climáticos foram coletados durante o período de julho de 2013 a dezembro de 2015 por meio de estação automática (10°43'37.01"S e 62°13'44.94"W) da marca METOS pertencente à CEPLAC (Comissão Executiva de Planejamento da Lavoura Cacaueira). As variáveis meteorológicas analisadas foram a precipitação (mm), o déficit hídrico (mm), a temperatura máxima (°C), a temperatura mínima (°C) e a temperatura média (°C) (Figura 4).

Embora o cafeeiro possa florescer até quatro vezes por ano, a sua florada principal ocorre nos meses de julho ou agosto, aproximadamente seis dias depois das primeiras chuvas após período de déficit hídrico. No ano agrícola 2013/2014 a florada principal do *C. canephora* ocorreu no dia 28 de julho e no ano agrícola seguinte 2014/2015 no dia 01 de agosto no município de Ouro Preto do Oeste - RO (10°37'03''S e 62°51'50''W).

Estimada a partir do contraste entre a temperatura-base e a temperatura média diária, a soma térmica fundamenta-se na quantificação do número de graus dias definida como a quantidade de calor efetivamente acumulada durante o dia adequada para o crescimento do vegetal (PEZZOPANE et al., 2008):

$$GD_j = \sum_{i=1}^j (Tm_i - Tb)$$

em que:

GD_j = graus dia acumulado durante o período em °C; Tm_i = temperatura média do ar mensurada no i-ésimo dia em °C; Tb = temperatura basal inferior para a cultura do café igual a 15° C (WILLSON, 1999; DAMATTA; RAMALHO, 2006, BATISTA-SANTOS et al. 2011).

De forma que cada grau acima da temperatura basal (Tb) corresponde a um grau-dia (DAMARIO et al., 2008). Diferentes estudos fisiológicos indicam uma amplitude de 10,2° a 15,4° da temperatura base do cafeeiro *Coffea arabica* (CAMARGO; CAMARGO, 2001; CARAMORI et al., 2007). Segundo Barros et al. (1999), Willson (1999) e Damatta e Ramalho (2006) em temperaturas menores do que 15 °C a taxa de fotossíntese diminui drasticamente nas plantas de *C.canephora*.

b) Estimativa dos parâmetros genéticos

O procedimento REML (Restricted Maximum Likelihood), máxima verossimilhança restrita, foi utilizado para estimar os componentes de variância e o método BLUP (Best Linear Unbiased Prediction), melhor preditor linear não viesado, foi utilizado para obter estimativas dos valores genotípicos (Resende, 2007). Esses procedimentos estão associados a um modelo linear misto que contém, além da média geral, efeito aleatório de tratamento (genótipos) e efeito fixo de ambiente. As estimativas dos valores genotípicos foram obtidas considerando os seguintes modelos lineares mistos para análise individual (1) e conjunta (2) em duas épocas (RESENDE, 2002):

$$y = Xb + Zg + e \quad (1)$$

Em que y : é o vetor de dados; b : é o vetor dos efeitos de bloco, tomados como fixo; g : é o vetor dos efeitos genotípicos, tomados como aleatórios; e : é o vetor de erros

aleatórios. As letras maiúsculas representam as matrizes de incidência para os referidos efeitos.

$$y = Xm + Za + Wp + Ts + e \quad (2)$$

Em que y : é o vetor de dados; m : é o vetor dos efeitos fixos das combinações medição-repetição, a : é o vetor de efeitos genéticos aditivos individuais, considerados aleatórios, p : é o vetor dos efeitos aleatórios de parcela, s : vetor de efeitos permanentes de ambiente, tomados como aleatórios e : é o vetor de erros aleatórios. As letras maiúsculas representam as matrizes de incidência para os referidos efeitos.

Entre os parâmetros genéticos mais importantes para a caracterização do controle genético e da eficiência do processo de seleção destacam-se a herdabilidade, a repetibilidade e a acurácia de seleção (CRUZ; CARNEIRO, 2006). A herdabilidade em sentido amplo mensura a proporção relativa entre os efeitos genotípicos e ambientais na expressão das características. É considerado o componente mais importante das estimativas de progresso genético obtidos com a propagação assexuada, que segundo Vencovsky e Barriga (1992), pode ser estimada por:

$$h^2 = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \sigma_e^2}$$

Em que h^2 : é a herdabilidade em sentido amplo, σ_g^2 : é a variância genotípica, σ_e^2 : é a variância ambiental.

O coeficiente de repetibilidade, que mensura a manutenção da superioridade genética ao longo do tempo, foi estimado para avaliar a precisão de se selecionar os clones com medidas repetidas obtidas conforme o estimador (CRUZ; CARNEIRO, 2006):

$$\rho = \frac{\sigma_g^2 + \sigma_{ep}^2}{\sigma_y^2}$$

Em que σ_g^2 : é a variância genotípica, σ_{ep}^2 : variância permanente entre parcelas e σ_y^2 : variância fenotípica individual.

A acurácia seletiva é uma estimativa de correlação entre o valor genotípico verdadeiro e o estimado, (\hat{r}_{gg}), sendo considerada uma importante medida de qualidade dos procedimentos de seleção. A acurácia seletiva foi estimada de acordo com Resende (2002):

$$\hat{r}_{gg} = \sqrt{\frac{mh_g^2}{1 + (m-1)\rho}}$$

Em que m : é o número de medidas, h_g^2 : é a herdabilidade genotípica, ρ : é a repetibilidade. A acurácia seletiva varia de 0 a 1, sendo que segundo classificação de Resende (2002), pode ser considerada como: muito alta ($\hat{r}_{gg} \geq 0,9$), alta ($0,7 \geq \hat{r}_{gg} > 0,9$), moderada ($0,5 \geq \hat{r}_{gg} > 0,7$), e baixa ($\hat{r}_{gg} < 0,5$).

c) Agrupamento dos genótipos de mesmo ciclo de maturação

Visando agrupar os clones de mesmo grupo de maturação, a dissimilaridade entre os genótipos foi estimada considerando a diferença na soma térmica para a maturação dos frutos de acordo com o seguinte estimador (CRUZ; CARNEIRO, 2006):

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_j (Y_i - Y_j)^2}$$

Em que d_{ij} : diferença na soma térmica entre o i-ésimo e o j-ésimo clone, Y_i : soma térmica do i-ésimo clone, Y_j : soma térmica do j-ésimo clone. A partir da matriz de dissimilaridade da soma térmica foi estimado um dendrograma utilizando o método UPGMA (Unweighted Pair-Group Method Using Arithmetic Mean) de agrupamento hierárquico.

3.1.3 Resultados e discussão

O ciclo de maturação dos frutos de *C. canephora* é uma característica de natureza quantitativa, uma vez que os processos fisiológicos de desenvolvimento e maturação dos frutos possuem herança complexa influenciada pelo ambiente, que dependem da fisiologia e da energia acumulada pela planta (SERA et al., 2002). Ao se considerar a natureza quantitativa do processo de desenvolvimento dos frutos é possível, a partir dos valores fenotípicos, quantificar os componentes genéticos e ambientais associados à expressão dessa característica e prever sua estabilidade ao longo do tempo.

A análise de variância do número de dias e da soma térmica para o desenvolvimento dos frutos mostraram que a fonte de variação genótipos (clones) foi significativa nas épocas, de acordo com o teste F a 1% de probabilidade (Tabela 4). As magnitudes da variância genotípica e da variância ambiental indicam uma predominância do efeito de genótipos na expressão desta característica, resultado da expressão genética diferenciada entre plantas.

Segundo Resende (2002), esta condição é fundamental para o progresso genético com a prática da seleção. O teste F também mostrou que a variância da fonte de variação

genótipos foi aproximadamente dez vezes maior na primeira época de avaliação, período em que houve uma melhor distribuição de chuvas na região. Estimativas elevadas de variância genotípica também foram observadas por Ramalho et al. (2016), na avaliação da produção de café beneficiado ao longo de três safras.

As estimativas dos valores do coeficiente de variação experimental podem ser consideradas baixas indicando alta precisão experimental (FERRÃO et al., 2008) (Tabela 4).

Tabela 4: Parâmetros genéticos para características número de dias (ND) e soma térmica (ΣT) para a maturação dos frutos, estimados a partir da avaliação de 130 clones de *Coffea canephora*, nos anos agrícolas de 2013-2014 e 2014-2015 no município de Ouro Preto do Oeste, Rondônia.

Parâmetros genéticos	ND	ND	ΣT	(ΣT)
	2013-2014	2014-2015	2013-2014	2014-2015
Variância genotípica (σ_g^2)	274,8	208,45	27874,38	20895,83
Variância residual (σ_e^2)	82,12	114,69	8070,25	9363,54
Variância fenotípica (σ_f^2)	356,93	323,14	35944,63	30259,37
Estimativa do teste da ANOVA (F)	23,26**	13,13**	24,02**	15,77**
Herdabilidade no sentido amplo (h_g^2) ¹	0,77±0,06	0,65±0,08	0,78±0,09	0,69±0,09
Herdabilidade média de clones (h_{mc}^2)	0,95	0,92	0,95	0,93
Acurácia da seleção clonal (AC_{clon})	0,97	0,96	0,98	0,96
Coeficiente de variação genotípica (CV_g)	5,71	5,08	5,61	4,86
Coeficiente de variação residual (CV_e)	3,12	3,77	3,02	3,25
Coeficiente de variação relativa (CV_r) ²	1,83	1,34	1,86	1,49
Variância do erro (PEV)	13,03	14,51	1283,12	1452,14
DP do valor genotípico predito (SEP)	3,61	4,18	35,82	38,11
Média geral (μ)	289,93	284,02	2971,05	2972,34

** : significativo a 1% de significância, F: Teste F da análise de variância do efeito de genótipos, ¹ Herdabilidade em sentido amplo associada a seu desvio padrão ² $CV_r = CV_g / CV_e$.

O coeficiente de variação é uma relação entre a média e o quadrado médio do resíduo que depende tanto das condições experimentais quanto da natureza da característica. Comparativamente, estimativas de coeficiente de variação entre 15% a

30% para a produção de café beneficiado indicam uma boa condução experimental (FERRÃO et al., 2008).

O desvio padrão da herdabilidade também foi interpretado como uma medida de qualidade das estimativas, sendo que na segunda época de avaliação observou-se a maior relação entre o desvio padrão e o valor da herdabilidade. Segundo Resende (2002), valores de desvio-padrão até 20% do valor da estimativa da herdabilidade indicam boa precisão dessas estimativas. Por sua vez a relação entre as estimativas do coeficiente de variação genético e o coeficiente variação ambiental quando próximos ou superiores a unidade, caracterizam condição favorável para a obtenção de ganhos com a seleção (Ramalho et al., 2000) (Tabela 4).

Apesar da predominância do componente genético na expressão dessa característica, um mesmo genótipo pode apresentar diferenças no seu ciclo de maturação de um ano para o outro devido à ação do ambiente (PETEK et al., 2009). O coeficiente de repetibilidade ($\rho \geq 0,7$) indicou tendência das plantas em manter o seu ciclo de maturação ao longo do tempo (Tabela 5).

TABELA 5 - Parâmetros genéticos da análise conjunta do número de dias (ND) e da soma térmica (ΣT) para a maturação dos frutos de 130 clones de *Coffea canephora* avaliados nos anos agrícolas 2013-2014 e 2014-2015. Campo Experimental de Ouro Preto do Oeste (RO).

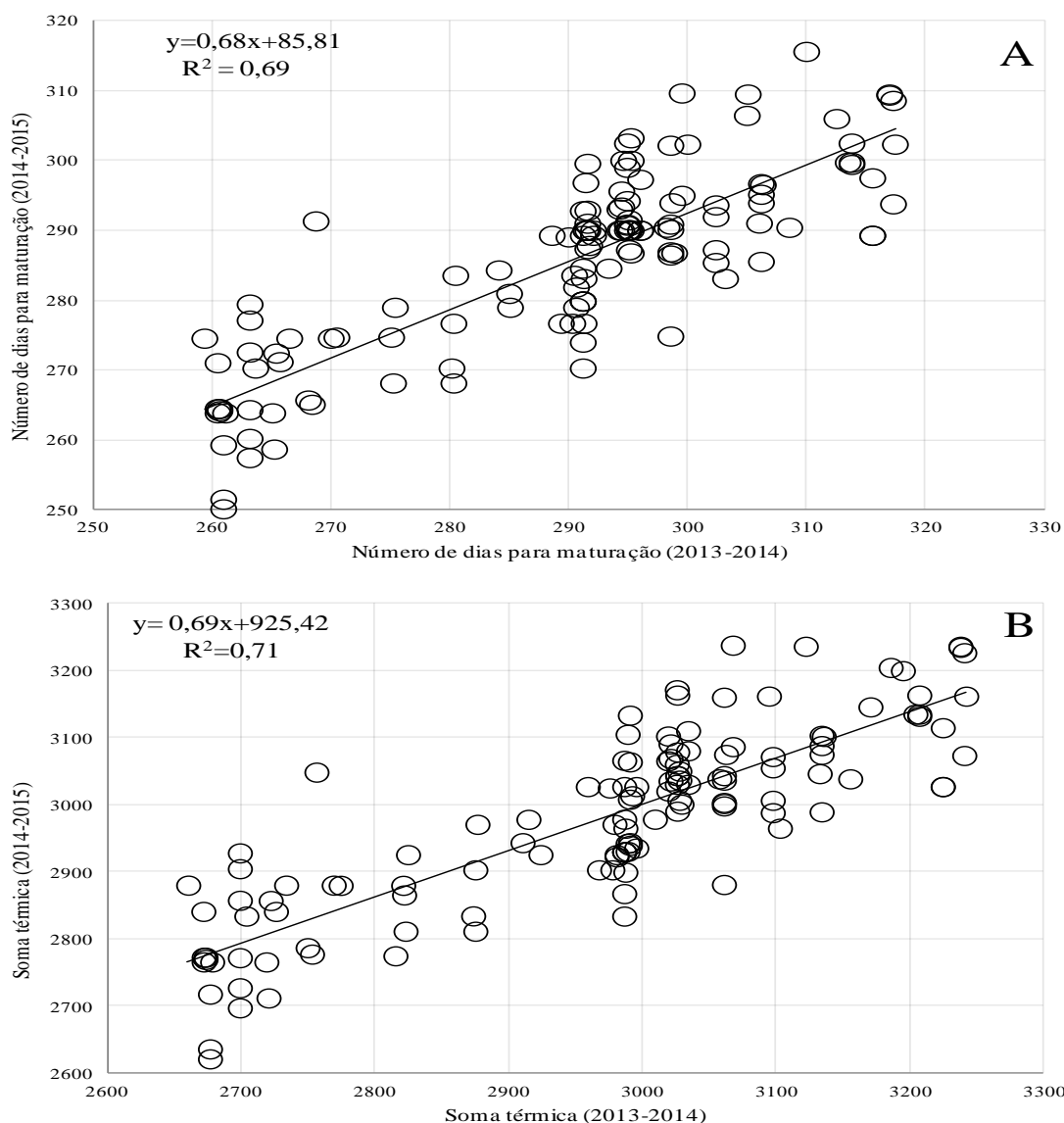
Parâmetros genéticos	ND	ΣT
Variância genotípica (σ_g^2)	207,56	20954,89
Variância dos efeitos permanentes de ambiente (σ_{ep}^2)	24,29	2685,15
Variância residual (σ_e^2)	91,99	8088,78
Variância fenotípica individual (σ_f^2)	323,84	31728,83
Herdabilidade sentido amplo (h_g^2) ¹	0,64±0,05	0,66±0,05
Repetibilidade (ρ) ²	0,72±0,06	0,74±0,06
Coeficiente de determinação dos efeitos permanentes (c_{perm}^2)	0,07	0,08
Média geral	287,71	2979,69

¹ Herdabilidade em sentido amplo associada a seu desvio padrão, ² Repetibilidade associada a seu desvio padrão

A dispersão no plano das estimativas dos valores genotípicos do número de dias e da soma térmica necessária para desenvolvimento e maturação dos frutos, mostra a tendência das plantas de manter seu comportamento ao longo do tempo; e a maior precisão da soma térmica para predizer o comportamento dessa característica (Figura 5).

As estimativas do coeficiente de determinação mostram a correlação positiva e de alta magnitude, observada entre as avaliações realizadas em um ano agrícola em comparação com o ano agrícola seguinte (Figura 5).

Figura 5 – Dispersão no plano dos valores genotípicos do número de dias (A) e correlação da soma térmica (B) para maturação dos frutos de 130 clones de *Coffea canephora* avaliados nos anos agrícolas de 2013-2014 e 2014-2015 no município de Ouro Preto do Oeste – Rondônia.



Todas as estimativas dos parâmetros genéticos interpretadas indicaram maior precisão da soma térmica em comparação ao número de dias para maturação dos frutos em *C. canephora*. A soma térmica para o desenvolvimento dos frutos esteve associada a uma herdabilidade média de 0,95 no ano agrícola de 2013-2014 e de 0,93 no ano agrícola

de 2014-2015, o que segundo classificação de Resende (2002), indica alta precisão nas inferências dos valores genotípicos ($r_{gg} \geq 0,9$). Entre os elementos climáticos, a temperatura do ar é um dos mais importantes, uma vez que os processos fisiológicos do cafeeiro são influenciados pela utilização da energia radiante mensurada na forma da soma térmica necessária para o desenvolvimento dos frutos (PEZZOPANE et al., 2003; CARVALHO et al., 2011).

Como forma de quantificar a variabilidade genética e agrupar os clones de ciclo de maturação semelhante foi utilizada técnica de agrupamento hierárquico para a obtenção de um diagrama em árvore (Figura 3). Diferentes métodos podem ser utilizados para determinar intervalos de uma variável quantitativa. Machado e Figueiredo Filho (2006) sugerem a utilização do estimador desenvolvido a partir da distribuição binomial. Por sua vez Scott (1979) sugere a classificação de uma variável quantitativa em intervalos, definidos em função da amplitude total e do desvio padrão normalizado. A utilização de técnicas de agrupamento hierárquico, como realizado nesse trabalho, permitiu quantificar e visualizar o número de classes mais apropriado em função da variabilidade contida nos dados. A definição dos pontos de corte estabelecido entre grupos de maior divergência permitiu classificar os clones em três grupos de maturação diferenciada, baseado na soma térmica necessária para a maturação dos frutos.

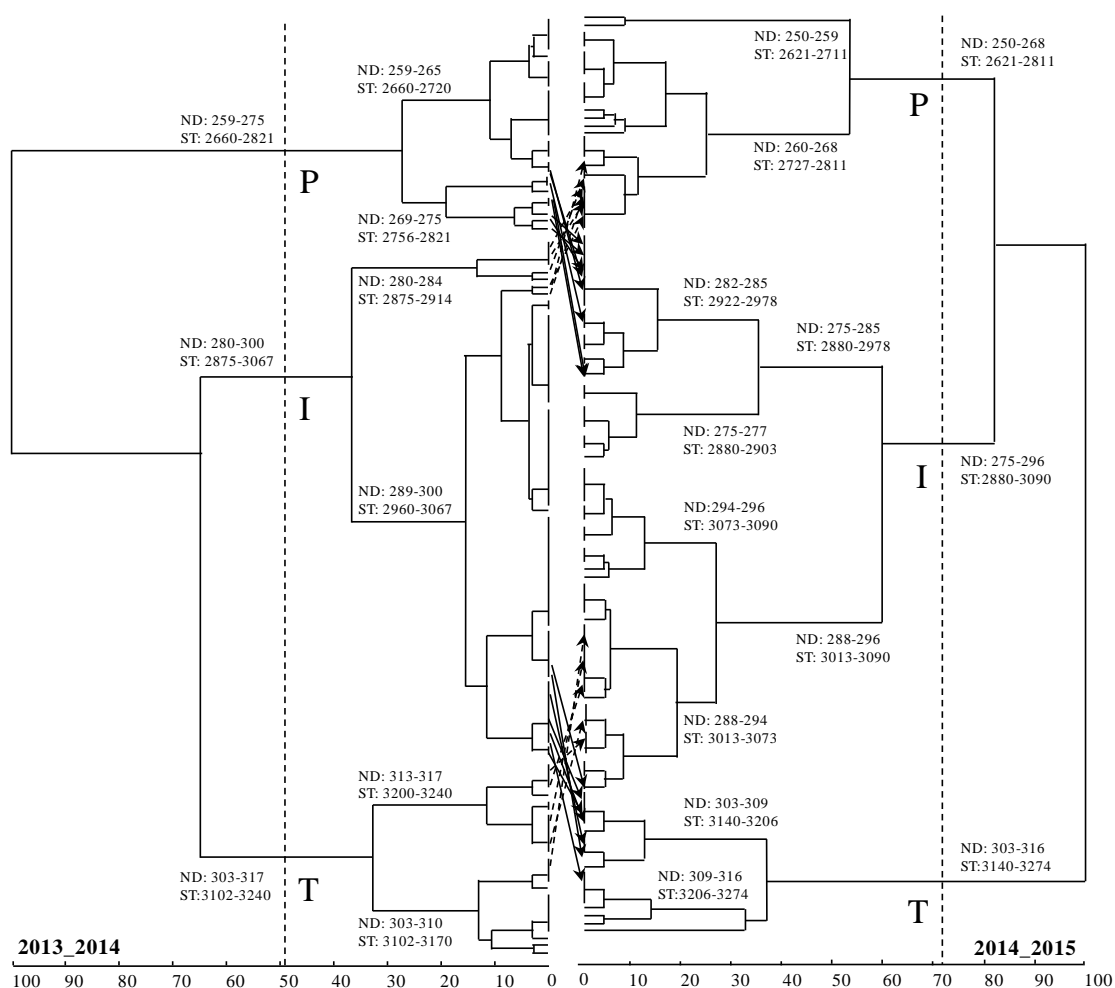
A desuniformidade na distribuição de chuvas na segunda época de avaliação resultou em maior desuniformidade de maturação que pode ser observada nos maiores valores de divergência observados no dendrograma (Figura 6). No dendrograma foi possível observar, três grupos de maturação distintos que se mantiveram ao longo do tempo. Um grupo precoce com soma térmica para maturação de 2660 a 2821 no primeiro ano e 2621 a 2711 no segundo ano agrícola avaliado. Um grupo intermediário com soma térmica para maturação de 2875 a 3067 no primeiro ano e 2880 a 3090 no segundo ano agrícola avaliado. E um grupo tardio com soma térmica para maturação de 3102 a 3240 no primeiro ano e 3140 a 3274 no segundo ano agrícola avaliado (Figura 6).

Na prática, os agricultores já realizam a colheita dos clones com aproximadamente 20 dias de diferença entre ciclo. Partelli et al. (2014) em seus trabalhos observaram plantas de ciclos de maturação precoce, média ou intermediárias, tardias e extremamente tardias.

Apesar da predominância do componente genotípico na expressão dessa característica foram observadas diferenças na classificação de um ano para o outro (Figura 6). Dos 130 clones avaliados, 105 clones mantiveram-se no mesmo agrupamento

de um ano para o outro (80%) e 25 clones foram classificados em diferentes grupos (20%). Os clones que apresentaram mudanças em sua classificação foram aqueles que amadureceram com valores de soma térmica próximos aos limites dos grupos, definido em função da própria variabilidade dos dados (Figura 6).

Figura 6 - Dendrograma obtido pelo método de UPGMA, classificando os 130 clones de *C. canephora* nos anos agrícolas 2013/2014 e 2014/2015 em função das estimativas da soma térmica para a maturação dos frutos. As setas indicam as mudanças nos agrupamentos ocorridas de um ano para o outro.



Tanto o florescimento do cafeeiro quanto a taxa de crescimento dos frutos são afetados por fatores climáticos que influenciam na uniformidade de maturação e período da colheita. No entanto, o entendimento da variabilidade genética permite selecionar plantas com valores de soma térmica características de cada grupo e que mantém sua maturação estável ao longo do tempo.

Conclusão

A caracterização dos componentes genéticos do desenvolvimento e maturação dos frutos de *C.canephora* demonstra predominância da variância genotípica na expressão dessa característica associada à uma alta eficiência de seleção. Observou-se maior precisão da soma térmica em comparação ao número de dias para avaliar o desenvolvimento e a maturação dos frutos de *C. canephora*. A utilização de técnicas de agrupamento hierárquico permitiu definir o número de classes mais apropriado em função da variabilidade contida nos dados. Vinte por cento dos clones apresentaram diferenças na classificação de um ano para o outro devido à ação do ambiente. O agrupamento dos clones de ciclo de maturação semelhante subsidia a composição de variedades comerciais que além de outros atributos favoráveis apresentem também ciclo de maturação mais uniforme e estável.

Referências

- BARDIN-CAMPAROTTO, L.; CAMARGO, M. B. P.; MORAES, J. F. L. Época provável de maturação para diferentes cultivares de café arábica para o Estado de São Paulo. **Ciência Rural**, v. 42, p. 594-599, 2012.
- BATISTA-SANTOS, P.; LIDON, F.C.; FORTUNATO, A.; LEITÃO, A.E; LOPES, E.; BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Irrigação. **Normais climatológicas: 1961-1990**. Brasília, DF: Departamento Nacional de Meteorologia, 1992. 84 p.
- CAMARGO, A.P de; CAMARGO, M.B.P de. Definição e esquematização das fases fenológicas do cafeeiro arábica nas condições tropicais do Brasil. **Bragantia**, v. 60, n. 1, p. 65-68, 2001.
- CARVALHO, H. D. P.; MELO, B.; RABELO, P.; SILVA, C.; CAMARGO, R. Índices bioclimáticos para a cultura de café. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 6, p. 601-606, 2011.
- CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. S. C. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2. ed. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2006. v. 2, 586 p.
- CUNHA, A. R.; VOLPE, C. A. Curvas de crescimento do fruto de cafeeiro cv. Obatã IAC 1669-20 em diferentes alinhamentos de plantio. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n. 1, p. 49-62, 2011.
- DAMARIO, E. A.; PASCALE, A. J.; BURIOL, G. A. Disponibilidades de calor para os cultivos no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista do Centro de Ciências Rurais**, v. 6, n. 2, p.129-165, 2008.
- 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.
- DAVIS, A. P.; TOSH, J.; RUCH, N.; FAY, M. F. Growing coffee: Psilanthus (Rubiaceae) subsumed on the basis of molecular and morphological data; implications for the size, morphology, distribution and evolutionary history of Coffea. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 167, n. 4, p. 357-377, 2011.
- DUBBERSTEIN, D. et al. Concentration and accumulation of macronutrients in leaf of coffee berries in the Amazon, Brazil. **Australian Journal of Crop Science**, v. 10, p. 701-710, 2016.
- FERRÃO, R. G. et al. Genetic parameters in Conilon coffee. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 43, n. 1, p. 61-69, jan. 2008.
- HENDERSON, C. R.; QUAAS, R. L. Multiple trait evaluation using relatives' records. **Journal of Animal Science**, v. 43, n. 6, p. 1188-1197, 1976.
- LAVIOLA, B. G.; MARTINEZ, H. E. P.; SALOMÃO, L. C. C.; CRUZ, C. D.; MENDONÇA, S. M. Acúmulo de nutrientes em frutos de cafeeiro em quatro altitudes

de cultivo: cálcio, magnésio e enxofre. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, p. 1451-1462, 2007.

LIMA, E. P.; SILVA, E. L. da. Temperatura base, coeficientes de cultura e graus-dia para cafeeiro arábica em fase de implantação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 12, n. 3, p. 266-273, 2008.

MACHADO, S. do A.; FIGUEIREDO FILHO, A. **Dendrometria**. 2. ed. Curitiba: Ed. Unicentro, 2006. 316 p.

MARCOLAN, A. L.; RAMALHO, A. R.; MENDES, A. M.; TEIXEIRA, C. A. D.; FERNANDES, C. D. F.; COSTA, J. N. M.; ... ; VENEZIANO, W. **Cultivo dos cafeeiros conilon e Robusta para Rondônia**. Porto Velho: EMBRAPA Rondônia, 2009. 67 p. (EMBRAPA Rondônia: Sistema de Produção, 33).

MARTINS, M. Q.; RODRIGUES, W. P.; FORTUNATO, A. S.; LEITÃO, A. E.; RODRIGUES, A. P.; PAIS, I. P.; ... ; CAMPOSTRINI, E. Protective response mechanisms to heat stress in interaction with High [CO₂] Conditions in *Coffea* spp. **Frontiers in Plant Science**, v. 7, p.946-968, 2016.

MORAIS, H.; CARAMORI, P. H.; KOGUISHI, M. S.; RIBEIRO, A. Escala fenológica detalhada da fase reprodutiva de *Coffea arabica*. **Bragantia**, v. 67, n. 1, p. 257-260, 2008.

MOURA, S. D.; GERMER, S. P. M.; ANJOS, V. D. A.; MORI, E. E. M.; MATTOSO, L. H. C.; FIRMINO, A.; NASCIMENTO, C. J. F. Avaliações físicas, químicas e sensoriais de blends de café arábica com café canephora (robusta). **Brazilian Journal Food Technology**, v. 10, n. 4, p. 271-277, 2007.

PARTELLI, F. L.; ESPINDULA, M. C.; MARRÉ, W. B.; VIEIRA, H. D. Dry matter and macronutrient accumulation in fruits of conilon coffee with different ripening cycles. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, n. 1, p. 214-222, 2014.

PARTELLI, F.; RIBEIRO, A.I.; RAMALHO, J.C. The impact of cold on photosynthesis in genotypes of *Coffea* spp.—photosystem sensitivity, photoprotective mechanisms and gene expression. **Journal of plant physiology**, v. 168, n. 8, p. 792-806, 2011.

PARTELLI, F. L., VIEIRA, H. D., SILVA, M. G., & RAMALHO, J. C. Seasonal vegetative growth of different age branches of conilon coffee tree. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 3, p. 619-626, 2010.

PAULA CARVALHO, H.; CAMARGO, R.; NÓBREGA GOMES, M. W.; SOUZA, M. F. Classificação do ciclo de desenvolvimento de cultivares de cafeeiro através da soma térmica. **Coffee Science**, v. 9, n. 2, p. 237-244, 2014.

PETEK, M. R.; SERA, T.; FONSECA, I. C. de B. Exigências climáticas para o desenvolvimento e maturação dos frutos de cultivares de *Coffea arabica*. **Bragantia**, v. 68, n. 1, p. 169-181, 2009.

- PEZZOPANE, J. R. M.; PEDRO JÚNIOR, M. J.; THOMAZIELLO, R. A.; CAMARGO, M. D. Escala para avaliação de estádios fenológicos do cafeeiro arábica. **Bragantia**, v. 62, n. 3, p. 499-505, 2003.
- PEZZOPANE, J. R. M.; PEDRO JÚNIOR, M. J.; CAMARGO, M. D.; FAZUOLI, L. C. Exigência térmica do café arábica cv. Mundo Novo no subperíodo florescimento-colheita. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 6, p.1781-1786, nov./dez. 2008.
- PEZZOPANE, J. R. M.; CASTRO, F. D. S.; PEZZOPANE, J. E. M.; BONOMO, R.; SARAIVA, G. S. Zoneamento de risco climático para a cultura do café Conilon no Estado do Espírito Santo. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 3, p. 341-348, 2010.
- RAMALHO, A. R.; ROCHA, R. B.; SOUZA, F. F.; VENEZIANO, W.; TEIXEIRA, A. L. Progresso genético da produtividade de café beneficiado com a seleção de clones de cafeeiro'Conilon'. **Revista Ciência Agronômica**, v. 47, n. 3, p. 516-523, 2016.
- RAMALHO, M. A. P. **Experimentação em genética e melhoramento de plantas**. Lavras: Ed. UFLA, 2000. 326 p.
- RESENDE, M. D.; FURLANI-JÚNIOR, E. N. E. S.; MORAES, M. D.; FAZUOLI, L. C. Estimativas de parâmetros genéticos e predição de valores genotípicos no melhoramento do cafeeiro pelo procedimento REML/BLUP. **Bragantia**, v. 60, n. 3, p. 185-193, 2001.
- RESENDE, M. D. V. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Brasília, DF: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2002. 975 p.
- REZENDE, F. C.; DOS REIS OLIVEIRA, S.; DE FARIA, M. A.; ARANTES, K. R. Características produtivas do cafeeiro (*Coffea arabica* L. cv., Topázio MG-1190), recepado e irrigado por gotejamento. **Coffee Science**, v. 1, n. 2, p. 103-110, 2007.
- RIBEIRO, B. B.; MENDONÇA, L. M. V. L.; ASSIS, G. A.; MENDONÇA, J. M. A.; MALTA, M. R.; MONTANARI, F. F. Avaliação química e sensorial de blends de *Coffea canephora* Pierre e *Coffea arabica* L. **Coffee Science**, v. 9, n. 2, p. 178-186, 2014.
- ROCHA, R. B.; SANTOS, D. V.; RAMALHO, A. R.; TEIXEIRA, A. L. Caracterização e uso da variabilidade genética de banco ativo de germoplasma de *Coffea canephora* Pierre ex Froehner. **Coffee Science**, v. 8, n. 4, p. 478-485, 2014.
- RODRIGUES, W. P.; MARTINS, M. Q.; FORTUNATO, A. S.; RODRIGUES, A. P.; SEMEDO, J. N.; SIMÕES-COSTA, M. C., ...; MÁGUAS, C. Long-term elevated air [CO₂] strengthens photosynthetic functioning and mitigates the impact of supra-optimal temperatures in tropical *Coffea arabica* and *C. canephora* species. **Global change biology**, v. 22, n. 1, p. 415-431, 2016.
- SALAZAR-PARRA, C.; AGUIRREOLEA, J.; SÁNCHEZ-DÍAZ, M.; IRIGOYEN, J. J.; MORALES, F. Climate change (elevated CO₂, elevated temperature and moderate drought) triggers the antioxidant enzymes' response of grapevine cv. Tempranillo, avoiding oxidative damage. **Physiologia Plantarum**, Malden, v. 144, n. 2, p. 99-110, 2012.

SCOTT, D. W. On optimal and data-based histograms. **Biometrika**, Oxford, v. 66, n. 3, p. 605-610, May 1979.

SERA, T.; ALTEIA, M. Z.; PETEK, M. R.; ZAMBOLIM, L. Melhoria do cafeeiro: variedades melhoradas no Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR). **O estado da arte de tecnologias na produção de café**. Viçosa, MG: UFV, 2002. p. 217-251.

TEIXEIRA, A. L.; SOUZA, F. D. F.; PEREIRA, A. A.; OLIVEIRA, A. C. B. D.; ROCHA, R. B. Selection of arabica coffee progenies tolerant to heat stress. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n. 7, p. 1228-1234, 2015.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. Componentes da variação fenotípica: análise em vários ambientes. In: _____. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. p. 233-333.

WILLSON, K. C. **Coffee, cocoa and tea**. Oxon, UK: CABI publishing, 1999.

3.2 CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DA BEBIDA DE *Coffea canephora* DAS VARIEDADES BOTÂNICAS CONILON E ROBUSTA.

RESUMO: O café de qualidade diferenciada proporciona um aumento no valor da saca. A qualidade da bebida é uma característica influenciada tanto pelo genótipo quanto pelo ambiente. A principal espécie cultivada na região Amazônica é a *C.canephora* que apresenta duas variedades botânicas distintas: o Conilon e o Robusta. O objetivo desse trabalho foi caracterizar a qualidade da bebida de *C.canephora* discriminando as variedades botânicas Conilon, Robusta e híbridos intervarietais. Para isso foi avaliada a qualidade da bebida, de 130 clones superiores a partir de amostras de café beneficiado coletadas, no campo experimental da Embrapa Rondônia do município de Ouro Preto do Oeste - RO. A classificação da bebida foi realizada conforme o Protocolo de Degustação de Robusta Finos, que também considera os nuances da bebida descrita como neutro, frutado, exótico, fino e suave. As médias finais classificaram a variedade botânica Robusta e os híbridos intervarietais como cafés de bebida Prêmio, e a variedade botânica Conilon como Boa Qualidade Usual. Observou-se que os nuances da variedade botânica Conilon foram predominantemente neutros (78%), em comparação com a variedade botânica Robusta e de híbridos intervarietais que apresentaram 50% e 44% respectivamente de suas bebidas divididas entre os nuances frutado, exótico ou suave. Os parâmetros genéticos indicam que o componente genético foi mais importante que o ambiental na expressão dos atributos de qualidade do café. Observou variabilidade genética na população avaliada, exceto para os atributos uniformidade e limpeza da bebida.

Termos para indexação: cafés especiais, melhoramento de plantas, ganho com a seleção.

ABSTRACT: Product recognition, appreciation of product, and development of the production region and growers must be accompanied by quality production to sustain the coffee market. Both the coffee genotype and the environment influence beverage quality. The main species grown in the Amazon region is *Coffea canephora*, which includes two distinct botanical varieties: Conilon and Robusta. The aim of this study was to characterize beverage quality in *C. canephora* and distinguish the Conilon and Robusta botanical varieties and intervarietal hybrids. We evaluated the beverage quality of 130 superior clones from samples of hulled coffee collected in the experimental field of Embrapa Rondônia in the municipality of Ouro Preto do Oeste, RO, Brazil. The beverage was classified according to the Robusta Cupping Protocols, which also considers the nuances of the beverage, described as neutral, fruit-like, exotic, refined, and mild. The final mean values classified the Robusta botanical variety and the intervarietal hybrids as coffees with a premium beverage, and the Conilon botanical variety as usual good quality. The nuances of the Conilon botanical variety were found to be predominantly neutral (78%), as compared to the Robusta botanical variety and the intervarietal hybrids, which exhibited 50% and 44% of their beverages, respectively, with fruit-like, exotic, or mild nuances. The genetic parameters indicate that the genetic component was more important than the environmental in expression of coffee quality attributes. Genetic variability was observed in the population evaluated, except for the Uniform Cups and Clean Cups beverage attributes.

Index Terms: specialty coffees, plant breeding, genetic gains.

Introdução

O cultivo do café tem grande importância econômica, tendo sido a segunda commodity agrícola de maior rendimento para o país no ano de 2016 atrás apenas da soja (Companhia Nacional de Abastecimento-CONAB, 2017). Embora o gênero *Coffea* seja composto por mais de 120 espécies, apenas duas são cultivadas de maneira significativa, as *C. arabica* e *C. canephora* (DAVIS et al., 2011). Na região amazônica, Rondônia é o principal estado produtor de café e o segundo maior produtor do país da espécie *C. canephora* com aproximadamente 95.000 hectares cultivados e uma produção de 1,6 milhões de sacas de 60 kilos de café beneficiadas no ano de 2016 (Companhia Nacional de Abastecimento-CONAB, 2017).

De maneira geral, na região Norte do país ainda não há uma remuneração econômica pela qualidade do café, desmotivando realização das práticas mais adequadas de colheita e pós colheita (SCHLINDWEIN, et al., 2013). Segundo Marcolan e Espindula (2015), por necessitar antecipar a obtenção de recursos financeiros muitos produtores acabam realizando a colheita muito cedo, com elevada proporção de frutos no estágio de grão verde ou verde cana.

A *C. canephora* se caracteriza por apresentar duas variedades botânicas distintas que são cultivadas comercialmente (RAMALHO et al., 2016; ROCHA et al., 2013). A variedade botânica Conilon se caracteriza por apresentar plantas de crescimento arbustivo, maior precocidade de maturação, caules ramificados, folhas alongadas, maior resistência a seca e maior suscetibilidade às doenças. Por sua vez a variedade botânica Robusta se caracteriza por apresentar maior vigor vegetativo, crescimento ereto, folhas e frutos de maior tamanho, maturação mais tardia, menor tolerância ao déficit hídrico e maior tolerância a pragas e doenças. (FERRÃO et al., 2009; MONTAGNON et al., 1992). Os híbridos naturais intervarietais de ‘Conilon’ x ‘Robusta’ podem ser observados em campo com características dos genitores (MARCOLAN; ESPINDULA, 2015). A qualidade da bebida é uma característica influenciada tanto pelo genótipo quanto pelo ambiente, uma vez que aroma e sabor dos grãos também são influenciados por características edafoclimáticas (SUNARHARUM et al., 2014).

A caracterização da qualidade da bebida do *C. canephora* é uma atividade fundamental nos trabalhos científicos. No ano de 2010, foi desenvolvido o Protocolo de Degustação de Robusta Finos (PDRF), que apresenta critérios de avaliações específicos para as bebidas de *C. canephora*, padronizando as classificações da bebida ao considerar as variações características dessa espécie (Uganda Coffee Development Authority - UCDA, 2010). Os principais atributos organolépticos das bebidas de *C. canephora* são:

fragrância/aroma; sabor; retrogosto; relação salinidade/acidez; relação amargor/doçura; sensação na boca; equilíbrio; uniformidade; limpeza e o conjunto. A média das notas de todos os atributos é utilizada para obter uma nota final empregada para classificar a bebida conforme a sua qualidade (BRASIL, 2011; MARCOLAN; ESPINDULA, 2015).

Acessos de *C.canephora* das variedades botânicas Conilon e Robusta representam importantes fontes de variabilidade para o desenvolvimento de novas variedades com qualidade de bebida diferenciada (ROCHA; et al., 2015; VENEZIANO, 1993), uma vez que cada variedade botânica possui distinta quantidade de sólidos solúveis, os quais influenciam no corpo, aroma, acidez e adstringência da bebida (ESQUIVEL; JIMÉNEZ, 2012; MENDONÇA et al., 2005) em Rondônia Veneziano (1993) ao avaliar a qualidade do café de sete acessos de Conilon e nove acessos de Robusta, observou que 14% dos genótipos da variedade botânica Conilon e 50% da variedade botânica Robusta apresentavam café encorpado.

Nesse contexto, o objetivo desse trabalho foi caracterizar a qualidade da bebida de 130 clones das variedades botânicas Conilon, Robusta e de híbridos intervarietais, visando subsidiar o desenvolvimento de novas cultivares com características agrônômicas superiores e qualidade (variedades que possuem uma série de características favoráveis.)

3.2.2 Material e Métodos

Foram avaliadas 130 amostras de *C.canephora*, coletadas no ano de 2015 provenientes de clones (genótipos) em avaliação em ensaios de competição clonal no campo experimental da Embrapa-Rondônia localizada no município de Ouro Preto do Oeste – RO com altitude de 240 metros sobre o nível médio do mar 651 m, latitude sul 0° 43' 58'' e longitude 62° 15' 16''. O ensaio de competição clonal foi instalado no ano de 2011 no espaçamento de 3x2m para avaliação de 130 genótipos: 84 da variedade botânica Conilon, 26 da variedade botânica Robusta, e 20 híbridos intervarietais. O manejo do experimento foi realizado conforme recomendações de Marcolan et al. (2009).

O clima do município é do tipo Aw (classificação Köppen), definido como tropical úmido com estação chuvosa (outubro a maio) no verão e seca bem definida no inverno (BRASIL, 1992). A amplitude média anual varia de 21,2°C a 30,3°C, sendo que as temperaturas mais elevadas ocorrem nos meses de julho e agosto. A precipitação média anual é de 1.939 mm, com umidade relativa média do ar de 81%.

A análise sensorial das amostras foi realizada no laboratório da empresa Conilon Brasil localizada em Jaguaré-ES, por três julgadores credenciados R Grader (Avaliador R), de acordo com o método internacional de classificação de bebidas de *C.canephora*, o

protocolo de degustação do Robusta Finos do CQI -*Coffee Quality Institute* (Uganda Coffee Development Authority - UCDA, 2010).

Durante a degustação é possível quantificar nuances da bebida (FERREIRA et al., 2012), as quais foram classificadas em: neutro, frutado/exótico, fino e suave. As descrições detalhadas dos nuances são utilizadas para caracterizar o potencial de mercado do produto para a produção de cafés especiais (SALVA; LIMA, 2007).

Para avaliar a hipótese da existência de diferenças significativas entre as amostras de café proveniente das variedades botânicas Conilon, Robusta e híbridos intervarietais foi interpretado o teste F da análise de variância em delineamento inteiramente casualizados, de acordo com o seguinte modelo (CRUZ; CARNEIRO; REGAZZI, 2014)

$$Y_{ij} = u + G_i + e_{ij}$$

Y_{ij} = observação do i -ésimo tratamento na j -ésima repetição, u = média geral, G_i = i -ésima variedade botânica (variedade botânica Conilon, Robusta e híbridos intervarietais), e_{ij} = erro aleatório que incide no i -ésimo tratamento e na j -ésima repetição. Para quantificar a diferença entre as variedades botânicas e os genótipos híbridos foi utilizado o teste de Tukey, ao nível de 1% de probabilidade.

Entre os parâmetros genéticos mais importantes para a caracterização do controle genético e da eficiência do processo de seleção destacam-se a herdabilidade, a repetibilidade e a acurácia de seleção (CRUZ et al., 2014). A herdabilidade em sentido amplo mensura a proporção relativa entre os efeitos genotípicos e ambientais na expressão das características. Segundo Vencovsky e Barriga (1992), pode ser estimada por:

$$h^2 = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \sigma_e^2}$$

Em que h^2 : é a herdabilidade em sentido amplo, σ_g^2 : é a variância genotípica, σ_e^2 : é a variância ambiental.

A acurácia seletiva é uma estimativa de correlação entre o valor genotípico verdadeiro e o estimado, (\hat{r}_{gg}), que foi estimada de acordo com Resende (2002):

$$\hat{r}_{gg} = \sqrt{\frac{mh_g^2}{1+(m-1)\rho}}$$

Em que m : é o número de medidas, h_g^2 : é a herdabilidade genotípica, ρ : é a repetibilidade. A acurácia seletiva varia de 0 a 1, sendo que segundo classificação de

Resende (2002), pode ser considerada como: muito alta ($\hat{r}_{gg} \geq 0,9$), alta ($0,7 \geq \hat{r}_{gg} > 0,9$), moderada ($0,5 \geq \hat{r}_{gg} > 0,7$), e baixa ($\hat{r}_{gg} < 0,5$).

3.2.3 Resultados e discussão

Das 130 amostras avaliadas, 14% foram descartadas por terem apresentado o café com sabor fermentado causado por falhas no processo de secagem, o qual proporcionou fermentações indesejáveis nos frutos causando perda da qualidade, ocasionando a impossibilidade da caracterização dos atributos organolépticas da bebida (MARCOLAN; ESPINDULA, 2015) (Tabela 6).

Tabela 6: Estimativa do teste F ANOVA da análise de variância (ANOVA) dos atributos, fragrância, sabor, salidade/acidez, amargor/doçura, sensação na boca, equilíbrio, retrogosto, uniformidade, limpeza e conjunto entre variedades botânicas Conilon, Robusta e o Híbrido intervarietais.

F.V.	G.L.	Fragrância	Sabor	Acidez	Amago	Sensação
Var. Botânica	2	4,82**	5,16**	6,65**	7,10**	4,41**
Resíduo	109	-	-	-	-	-
Total	111	-	-	-	-	-
Média	-	6,42	6,18	6,14	6,16	6,21
C.V.	-	12,55	13,47	13,34	12,98	12,4
F.V.	G.L.	Equilíbrio	Retrog.	Unifor.	Limp.	Conj.
Var. Botânica	2	5,27**	3,59**	1,14 ^{NS}	1,14 ^{NS}	6,14**
Resíduo	109	-	-	-	-	-
Total	111	-	-	-	-	-
Média	-	6,19	6,15	9,51	9,51	6,19
C,V,	-	12,37	12,1	15,69	15,69	13,26

** Significativo a 1% de probabilidade de acordo com o teste F da ANOVA, ^{NS}: não significativo, F.V.: fonte de variação, G.L.: graus de liberdade, C.V.: coeficiente de variação.

A análise de variância indicou à existência de diferença significativa entre as variedades botânicas para todas as características da análise sensorial, exceto para

uniformidade e limpeza, a 1% de probabilidade (Tabela 6). Os atributos limpeza e uniformidade referem-se à ausência de defeitos na xícara, na qual o degustador avalia cinco repetições de uma mesma amostra, sendo considerado uniforme quando todas as repetições apresentam os mesmos atributos, sabores e nuances (Uganda Coffee Development Authority - UCDA, 2010). A semelhança entre esses atributos é desejada e indica que os procedimentos de pós colheita foram realizados de maneira uniforme, para as amostras em avaliação.

As estimativas do coeficiente de variação experimental observados para todas os atributos avaliados podem ser consideradas baixas ($CV < 20\%$) (Tabela 6). Em comparação com avaliações de campo, variações de entre 19% a 30% na estimativa do coeficiente de variação para a produção de café beneficiado estão associados a uma boa condução experimental (FERRÃO et al., 2008). Não foram encontrados na literatura outros trabalhos que quantificavam o coeficiente de variação dos atributos da bebida de *C.canephora*.

A nota final média de 68,41 equivale a uma bebida de qualidade Boa, classificada na categoria de Boa Qualidade Usual. A classificação e média dos atributos da bebida produzida pelo *C.canephora*, são de bebidas de boa qualidade, com potencial para comercialização de cafés 100% *C.canephora*, além da mistura com *C.arabica*. Para a indústria à maior concentração de sólidos solúveis, do *C.canephora* em relação ao *C.arabica* proporciona maior rendimento industrial na produção dos blends (FONSECA et al., 2013).

Para o produtor rural, a produção de café especiais pode ser lucrativa, incentivando a produção de qualidade (ALVES et al., 2011). Segundo Brazil Specialty Coffee Association – BSCA (2017) a diferenciação do café de acordo com sua qualidade pode resultar valorização de até 40% no valor da saca. No Brasil e no exterior o comércio por cafés especiais cresce em torno de 15% ao ano (ROHDE ;CASTAGNA, 2016; TONETTI et al., 2015).

A qualidade da bebida é definida pelo genótipo e pelo ambiente, uma vez que são fatores determinantes na formação das propriedades organolépticas da bebida (SCHOLZ et al., 2011).

Os parâmetros genéticos indicam que o componente genético foi mais importante que o ambiental na expressão dos atributos de qualidade do café, exceto uniformidade e limpeza da bebida, que não apresentam variabilidade genética na população avaliada (Tabela 7).

Tabela 7: Estimativas de parâmetros genéticos estimados para os atributos avaliados conforme o Protocolo de Degustação de Robusta Finos: Flagrância (Flag), Sabor, Salinidade/Acidez(S/A), Amargo/Doçura(A/D), Sensação na Boca (S.B), Equilíbrio (Equil.), Retrogosto (Retro.), Uniformidade (Unifor.), Limpeza (Limp.), Conjunto(Conj.) e Nota final (NF).

Parâmetros Genéticos	Flag.	Sabor	S/A	A/D	S.B.
$\hat{\sigma}_g^2$	0,08	0,09	0,12	0,13	0,06
$\hat{\sigma}_e^2$	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
$\hat{\sigma}_f^2$	0,1	0,11	0,14	0,15	0,08
h^2	79,29	80,63	84,97	85,93	77,35
$\hat{\rho}$	11,03	11,87	15,47	16,51	9,96
CV_g	4,42	4,95	5,76	5,78	4,12
$CVr\%$	0,35	0,37	0,43	0,44	0,33

Parâmetros Genéticos	Equil.	Retro.	Unifor.	Limp.	Conj.
$\hat{\sigma}_g^2$	0,08	0,04	0,01	0,01	0,13
$\hat{\sigma}_e^2$	0,02	0,02	0,07	0,07	0,02
$\hat{\sigma}_f^2$	0,1	0,06	0,08	0,08	0,11
h^2	81,02	72,15	12,97	12,97	83,71
$\hat{\rho}$	12,14	7,74	0,48	0,48	14,26
CV_g	4,6	3,51	1,09	1,09	5,41
$CVr\%$	0,37	0,29	0,07	0,07	0,41

$\hat{\sigma}_g^2$: variância genotípica, $\hat{\sigma}_e^2$: variância ambiental, $\hat{\sigma}_f^2$: variância fenotípica, h^2 : herdabilidade para seleção entre variedades botânicas, $\hat{\rho}$: correlação intraclasse, CV_g : coeficiente de variação genético, $CVr\%$: Média dos genótipos relativo.

As variedades botânicas Conilon e Robusta e os híbridos intervarietais apresentaram médias finais dos atributos diferentes de acordo com o teste de Tukey a 5% de probabilidade (Tabela 8). As notas mostraram diferenças entre a bebida produzida pela variedade botânica Conilon em comparação com o tipo de bebida produzida pela variedade botânica Robusta e pelo híbrido, os quais devido à similaridade estão agrupados

no mesmo grupo. Segundo Verdin Filho et al. (2016) e Silva et al. (2009) a diferença observada entre o Conilon e o Robusta é resultado da composição química dos grãos, a qual foi evidenciada na diferenciação dos atributos.

A uniformidade, a limpeza, o retrogosto e a sensação na boca são atributos de qualidade que não apresentavam diferenças significativa, entre as variedades botânicas (Tabela 8). Segundo Aguiar et al. (2005) a quantidade de ácido clorogênico varia de 5,70% a 5,99% nas variedades botânicas da espécie de *C.canephora*, não existindo diferença significativa pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. O teor de ácido clorogênico nos grãos do café mantém a constituição química do grão após a torração, influenciando na uniformidade dos atributos organolépticos (FAGAN et al., 2011). Por sua vez o retrogosto e a sensação na boca são atributos associados ao gosto sentido pelas papilas gustativas, sendo similar em todas as variedades botânicas da espécie *C.canephora*. Conforme Verdin Filho et al. (2016) um café de alta qualidade deve apresentar finalização agradável, com efeito residual adequado ao gosto final na boca de curta duração.

Os atributos equilíbrio e conjunto da variedade botânica Conilon se diferenciaram, em comparação com a variedade botânica Robusta e com os híbridos intervarietais. A nota desses atributos estão associados às outras avaliações uma vez que o equilíbrio é a interação entre os atributos assim como o conjunto, que é avaliado de forma holística da amostra conforme a percepção dos degustadores. Segundo Verdin Filho et al. (2016) o equilíbrio é responsável por determinar a sensação agradável ao sabor durante o consumo e após a degustação, sendo uma característica importante tanto para cafés especiais como para elaboração de blends.

Também se observou que as notas dos atributos fragrância/aroma e sabor da variedade botânica Conilon foi inferior a variedade botânica Robusta e o híbrido (Tabela 8). A fragrância definida como o cheiro do café ainda seco e o aroma quando o café está diluído em água quente, reflete diretamente na qualidade final da bebida (Uganda Coffee Development Authority - UCDA, 2010). Algumas características químicas tais como o teor de lipídio dos grãos possuem um efeito benéfico no aroma e no sabor, pois durante a torração, concentram-se nas áreas externas, protegendo o grão de eventuais perdas do componente durante este processo (MARTINEZ et al., 2014). Aguiar et al. (2005) observou diferença significativa entre a quantidade de lipídio da variedade botânica Robusta (10,91 g / 100 g) e a da variedade botânica Conilon (7,33 g / 100 g).

A salinidade/acidez também diferenciou o Robusta e os híbridos intervarietais da variedade botânica Conilon (Tabela 8). Esse atributo está associado ao sabor agradável

que é possível distinguir entre a acidez e a doçura da bebida (SUNARHARUM; WILLIAMS; SMYTH et al., 2014). Segundo Moura et al. (2007) e Nascimento et al. (2008) alta acidez da bebida de *C.canephora* é devido à grande quantidade de sólidos solúveis os quais também são responsáveis pela coloração escura e corpo da bebida. Aguiar et al. (2005) observou diferença significativa entre a quantidade de sólidos solúveis do Conilon e do Robusta entretanto, Veneziano (1993) encontrou valores similares entre essas variedades botânicas.

Tabela 8: Pontuações dadas para cada um dos atributos, da classificação da qualidade da bebida, para os clones das variedades botânicas Conilon (68), híbridos intervarietais (18) e robusta (26).

Atributos	Nota	Média	Média	Média
	Máxima ¹	Conilon	Híbrido	Robusta
Fragrância/Aroma	10	6,2 ^b	6,6 ^a	6,7 ^a
Sabor	10	6,0 ^b	6,4 ^a	6,6 ^a
Salinidade/Acidez	10	5,9 ^b	6,4 ^a	6,6 ^a
Amargor/Doçura	10	6,0 ^b	6,4 ^a	6,6 ^a
Sensação na Boca	10	6,1 ^a	6,4 ^a	6,5 ^a
Equilíbrio	10	6,0 ^b	6,4 ^a	6,5 ^a
Retrogosto	10	6,0 ^a	6,4 ^a	6,4 ^a
Uniformidade	10	9,2 ^a	9,5 ^a	9,8 ^a
Limpeza	10	9,2 ^a	9,5 ^a	9,8 ^a
Conjunto	10	6,0 ^b	6,5 ^a	6,5 ^a
Defeitos leves ²	0	0,1	0,1	0,1
Defeitos graves ²	0	0,0	0,0	0,0
Média das Notas Finais	-	66,5 ^b	70,4 ^a	71,8 ^a

¹ Nota máxima que pode ser atribuída na avaliação das características da bebida de acordo com protocolo de degustação de Robusta Finos. ² A pontuação dos defeitos é subtraída a soma das pontuações individuais dadas para cada um dos atributos primários, obtendo a nota final. ^{a,b} Médias seguidas pela mesma letra não diferem de acordo com o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A variedade botânica Conilon obteve 78% das suas amostras classificadas como bebidas neutras (Tabela 4). Resultado concordante com a nota de seus atributos (Tabela 9), uma vez que os atributos do Conilon mantiveram notas similares, expressando-se como uma bebida com sabor neutro de boa qualidade. Utilizando protocolo adaptado do

C. arabica, Veneziano (1993) caracterizou a bebida genótipos da variedade botânica Conilon, como neutra (86%) levemente encorpada (14%).

A neutralidade dos cafés é desejável para indústria de blends e café solúvel (RIBEIRO et al., 2014). No entanto os cafés especiais ou diferenciados são aqueles que possuem qualidade superior (BRESSANELLO et al., 2017) ou aqueles que possuem algum tipo de certificado de práticas sustentáveis (NAVARINI; RIVETTI, 2010), atendendo diferentes segmentos de mercado. O híbrido apresenta uma bebida com características predominantes neutras, entretanto com significativa porcentagem de cafés frutado, fino e suave, com características das duas variedades botânicas Conilon e Robusta. Sua classificação de qualidade foi predominantemente prêmio, demonstrando potencial para cafés especiais, de maior doçura e suavidade.

Tabela 9: Porcentagem de nuances nas amostras e classificação conforme o PDRF em quatro níveis: comercial, média - boa qualidade usual (média-BQU), bom- boa qualidade usual (média-BQU), prêmio e fino, na avaliação de 130 clones das variedades botânicas Conilon, Robusta e de híbridos intervarietais.

Var. botânica	Neutro	Frutado	Exótico	Fino	Suave
Conilon	78%	15%	4%	1%	2%
Híbridos	66%	11%	0%	22%	10%
Robusta	50%	15%	12%	23%	7%
Classificação	Comercial	¹ Média-BQU	² BOM BQU	Prêmio	Fino
Conilon	1%	13%	46%	38%	1%
Híbridos	0%	6%	11%	83%	0%
Robusta	4%	0%	31%	62%	4%

¹Boa qualidade Usual-Média; ² Boa qualidade Usual-Bom.

As bebidas originadas da variedade botânica Robusta, apresentaram maior incidência de nuances frutado, exótico, fino e suave totalizando 50% do total de suas amostras; sua classificação predominantemente foi do tipo Prêmio (Tabela 9). A caracterização e seleção dos cafés especiais, com os nuances frutados, exóticos, suave e fino é importante para o desenvolvimento de novas variedades.

Anteriormente ao Protocolo de Degustação de Robusta Finos a classificação da qualidade de bebida era exigida somente para a espécie do *C. arabica*, uma vez que para a comercialização do café da espécie *C. canephora*, realizava-se somente uma classificação

quanto ao ‘tipo’ (defeitos dos grãos e impurezas) e peneira (VERDIN FILHO et al., 2016), não existindo assim uma valorização da qualidade da bebida de *C.canephora*. Segundo a classificação da Instrução Normativa nº 08 de 11 de junho de 2003 (BRASIL, 2003) os cafés originados de *C. canephora* com sabor neutro são adequados, para produção de cafés commodities, todavia a variedade botânica Robusta, apresenta potencial para produção de cafés especiais.

Conclusão

Na expressão dos atributos da bebida das variedades botânicas Conilon, Robusta e dos híbridos intervarietais, os parâmetros genéticos indicaram que o componente genético é predominante em relação ao ambiental para todas as características, exceto para os atributos de uniformidade e limpeza da bebida. Os atributos fragrâncias/aroma, sabor, salinidade/acidez e amargor/doçura são distintos entre as variedades botânicas Conilon e Robusta e definem os nuances das bebidas. Os híbridos intervarietais apresentaram atributos da bebida similares a variedade botânica Robusta.

A variedade botânica Conilon apresentou predominantemente bebidas com nuances neutros e as variedades botânicas Robusta e os híbridos intervarietais apresentam uma bebida dividida entre os nuances neutros, frutado, exótico e suaves. Todas as amostras avaliadas foram consideradas adequadas para o consumo, entretanto o Robusta e os híbridos intervarietal apresentam maiores proporções de bebidas classificadas como Prêmio.

Referências

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

ALVES, H. M. R.; VOLPATO, M. M. L.; VIEIRA, T. G. C.; BORÉM, F. M.; BARBOSA, J. N. Características ambientais e qualidade da bebida dos cafés do estado de Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, v. 32, n. 261, p. 18-29, 2011.

BRESSANELLO, D.; et al. Coffee aroma: Chemometric comparison of the chemical information provided by three different samplings combined with GC-MS to describe the sensory properties in cup. **Food chemistry**, v. 214, p. 218-226, July. 2017.

BRASIL, E. C. Novo protocolo de degustação de robustas é testado: Cafés capixabas obtiveram resultados animadores. **Revista Conilon Brasil**, v. 8, n.2, p. 10-11, fev. 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Irrigação. **Normais climatológicas: 1961-1990**. Brasília: Departamento Nacional de Meteorologia, 1992. 84p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa n. 8, de 11 de junho de 2003**. Aprova o regulamento técnico da identidade e de qualidade para a classificação de café beneficiado grão cru. Brasília, 2003. Disponível em: <<http://www.codapar.pr.gov.br>> Acesso em: 16 junh. 2016.

Brazil Specialty Coffee Association – BSCA. O que são cafés especiais. Varginha, Brasil, maio de 2017. Disponível em : <<http://bsca.com.br/cafes-especiais.php>>. Acesso em 28 de maio de 2017. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO-

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO- CONAB. Acompanhamento de safra brasileira de Café, v. 4 – Safra 2017, n.1 - Primeiro Levantamento, Brasília, p. 1-98, jan.2017. Disponível <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em 17 de fev, 2017.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S.; REGAZZI, A. J. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. 3. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2014. 668 p.

DAVIS, A. P.; et al. Growing coffee: *Psilanthus* (Rubiaceae) subsumed on the basis of molecular and morphological data; implications for the size, morphology, distribution and evolutionary history of *Coffea*. *Botanical Journal of the Linnean Society*, v. 167, n. 4, p. 357-377, oct. 2011.

ESQUIVEL, A. P.; JIMÉNEZ B, V. M. Functional properties of coffee and coffee by products. *Food Research International*, v. 46, p.488-495, 2012.

FAGAN, E. B.; et al. Efeito do tempo de formação do grão de café (*Coffea* sp) na qualidade da bebida. *Bioscience Journal*, v. 27, n. 5, p. 729-738, sept./oct. 2011.

FAGAN, E. B.; DE 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**, Uberlândia, v. 27, n. 5, p. 729-738, sept./oct. 2011.

- FERRÃO, M. A. G.; et al. Genetic divergence in Conilon coffee revealed by RAPD markers. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 9, n. 1, p. 67-74, jan, 2009.
- FERRÃO, R. G.; et al. Genetic parameters in Conilon coffee. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 43, n. 1, p. 61-69, jan. 2008.
- FERREIRA, A. D.; et al. Análise sensorial de diferentes genótipos de cafeeiros Bourbon. **Interciencia**, v. 37, n. 5, p. 390-394, may. 2012.
- FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, M. A. G.; FERRÃO, R. G. Vantagens e riscos no uso de mudas clonais de *Coffea canephora*. **Visão Agrícola**, v. 12, p. 17 - 18, jan./july. 2013.
- MARCOLAN, A. L. et al. **Cultivo dos cafeeiros conilon e Robusta para Rondônia**. Porto Velho: EMBRAPA Rondônia, 2009. 67 p. (EMBRAPA Rondônia: Sistema de Produção, 33).
- MARCOLAN, A. L.; ESPINDULA, M. C. **Café na Amazônia**. 1.ed. Brasília: Embrapa, 2015. 474 p.
- MARTINEZ, H. E. P. et al. Coffee mineral nutrition and beverage quality. **Revista Ceres**, v. 61, supl, p. 838-848, nov./dec. 2014.
- MENDONÇA, L. V. L.; PEREIRA, R. G. F. A.; MENDES, A. N. G. Parâmetros bromatológicos de grãos crus e torrados de cultivares de café (*Coffea arabica* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 2, p. 239-243, abr/jun. 2005.
- MONTAGNON, C.; LEROY, T.; YAPO, A. Diversité génotypique et phénotypique de quelques groupes de caféiers (*Coffea canephora* Pierre) en collection. Conséquences sur leur utilisation en sélection. **Café cacao thé**, Paris, v. 36, n. 3, p. 187-198, 1992.
- MOURA, S. D.; et al. Avaliações físicas, químicas e sensoriais de blends de café arábica com café canephora (robusta). **Brazilian Journal Food Technology**, v. 10, n. 4, p. 271-277, oct/dec. 2007.
- NASCIMENTO, E. A.; et al. Constituintes voláteis e odorantes potentes do café conilon em diferentes graus de torração. **Ciência & Engenharia**, v. 16, n. 1/2, p. 23-30, jan. 2008.
- NAVARINI, L.; RIVETTI, D. Water quality for Espresso coffee. **Food chemistry**, Oxford. v. 122, n. 2, p. 424-428, sept. 2010.
- RAMALHO, A. R. et al. Progresso genético da produtividade de café beneficiado com a seleção de clones de cafeeiro 'Conilon'. **Revista Ciência Agronômica**, v. 47, n. 3, p. 516-523, jul-set. 2016.
- RESENDE, M.D.V. de. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. 1. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 975p.

- RIBEIRO, B. B.; et al. Avaliação química e sensorial de blends de *Coffea canephora* Pierre e *Coffea arabica* L. **Coffee Science**, v. 9, n. 2, p. 178-186, abr./jun. 2014.
- ROCHA, R. B.; et al. Adaptabilidade e estabilidade da produção de café beneficiado em *Coffea canephora*. **Ciência Rural**, v.45, n.9, p.1531-1537, set. 2015.
- ROCHA, R. B.; et al. Caracterização e uso da variabilidade genética de banco ativo de germoplasma de *Coffea canephora* Pierre ex Froehner. **Coffee Science**, v. 8, n. 4, p. 478-485 out./dez. 2013.
- ROHDE, L. A.; CASTAGNA, A. C. Os diferentes clusters de consumidores do café brasileiro: estudo sobre as atitudes, crenças e marca Brasil. **Estudo & Debate**, v. 23, n. 2, p. 311-329, dec. 2016.
- SALVA, T. J. G.; LIMA, V. A composição química do café e as características da bebida e do grão. **O Agrônomo**, v. 59, n. 1, p. 57-59, nov. 2007.
- SCHLINDWEIN, J. A.; et al. Solos de Rondônia: usos e perspectivas. **Revista Brasileira de Ciências da Amazônia**, v. 1, n. 1, p. 213-231, jan. 2013.
- SCHOLZ, M. B. S.; et al. Características 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, set./dez. 2011.
- SILVA, M. C. da et al. Caracterização química e sensorial de cafés da chapada de minas, visando determinar a qualidade final do café de alguns municípios produtores. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, p. 1782-1787, Edição especial.2009.
- SUNARHARUM, W. B.; WILLIAMS, D. J.; SMYTH, H. E. Complexity of coffee flavor: A compositional and sensory perspective. **Food Research International**, v. 62, n 1, p. 315-325, aug. 2014.
- TONETTI, D.; PAVAN, D.; DALBOSCO, I. Análise da viabilidade mercadológica da exportação do café essenza produzido pela empresa brasitália para os estados unidos. **Unesc & Ciência-ACSA**, v. 6, n. 2, p. 163-170, jul./dez. 2015.
- UCDA- Uganda Coffee Development Authority. **Robusta cupping protocols**. PSCB 123/10. Londres, Inglaterra, Junho de 2010. Disponível em: <<http://dev.ico.org/documents/pscb-123-p-robusta.pdf>>. Acesso em 20 may. 2017.
- VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. Componentes da variação fenotípica: análise em um ambiente. In:_____. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. cap.3, p.83-232.
- VENEZIANO, W. **Avaliação de progênies de cafeeiros (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) em Rondônia**. 1993. 78 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia)-Escola Superior de Agricultura'Luiz de Queiroz'-USP, Piracicaba,1993.
- VERDIN FILHO, A. C.; VOLPI, P. S.; RODRIGUES, W. N.; COLODETTI, T. V.; MAURI, A. L.; FERRAO, R. G.;... & TOMAZ, M. A. The beverage quality of Conilon coffee that is kept in the field after harvesting: Quantifying daily losses. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 33, p. 3134-3140, aug. 2016.